



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

Projeto Coringa

EIA

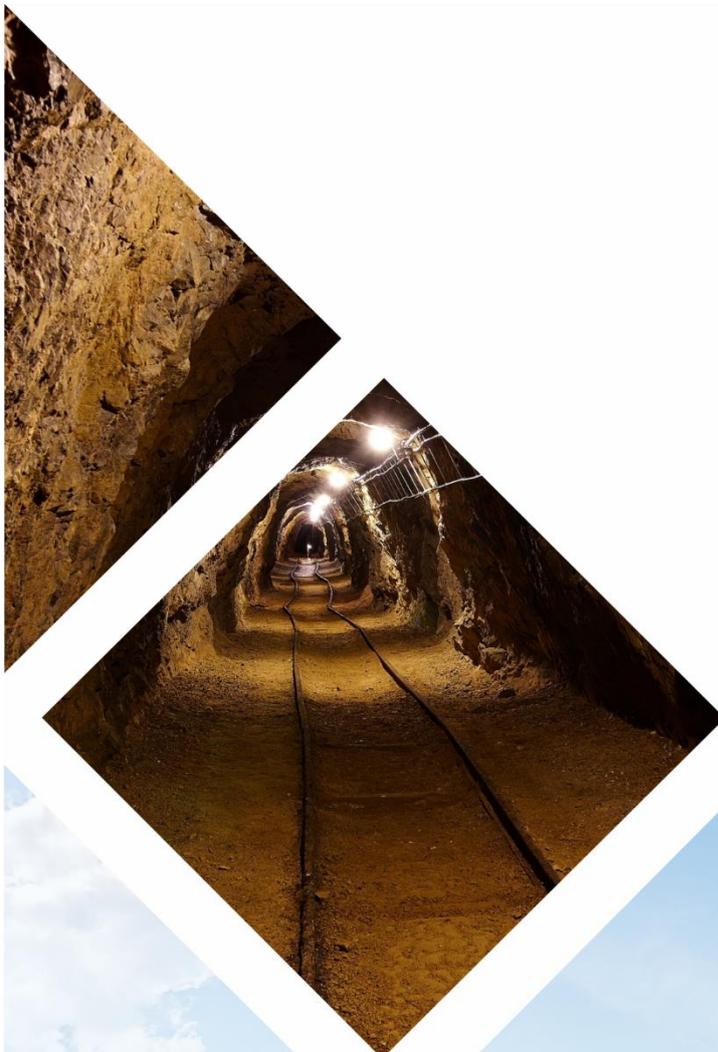
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

VOLUME II

Meio Físico



2017





SUMÁRIO

4	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1
4.1	DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO	3
4.1.1	INTRODUÇÃO	3
4.1.2	GEOLOGIA	5
4.1.2.1	A província mineral do tapajós e trabalhos anteriores	5
4.1.2.2	Geológico regional	5
4.1.2.3	Estratigrafia	8
4.1.2.4	Caracterização estrutural e controle de mineralização	15
4.1.2.5	Modelo Estrutural	19
4.1.2.6	Alteração hidrotermal e mineralização	21
4.1.2.7	Geologia local	27
4.1.3	PEDOLOGIA	46
4.1.3.1	Apresentação	46
4.1.3.2	Aspectos introdutórios	46
4.1.3.3	Metodologia	46
4.1.3.4	Resultados	48
4.1.4	GEOMORFOLOGIA	53
4.1.4.1	Geomorfologia Regional	54
4.1.4.2	Geomorfologia da ADA e AID	60
4.1.5	CLIMA	70
4.1.5.1	Dados e Metodologia	70
4.1.5.2	Características do Clima da Região onde será implantado empreendimento	73
4.1.5.3	Classificação Climática Segundo Köeppen	77
4.1.5.4	Comportamento das Variáveis Meteorológicas	78
4.1.6	RUÍDO	85
4.1.6.1	Material e Métodos	86
4.1.6.2	Resultados	91
4.1.7	VIBRAÇÃO	99
4.1.7.1	Material e Métodos	100
4.1.7.2	Resultados	106
4.1.8	QUALIDADE DO AR	109
4.1.8.1	Material e Métodos	110
4.1.8.2	Resultados	124
4.1.8.3	Análise comparativa entre campanhas	129
4.1.8.4	Considerações Finais	131
4.1.9	RECURSOS HÍDRICOS	132
4.1.9.1	Hidrologia	132
4.1.9.2	Qualidade da água superficial e subterrânea	142
4.1.9.3	Diagnóstico de Nascentes	210
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	231
	ANEXOS	240

LISTA DE FIGURAS



FIGURA 4.1-1 – PROCEDIMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.	1
FIGURA 4.1-1– COMPONENTES AMBIENTAIS DO MEIO FÍSICO AVALIADOS PARA ATIVIDADE DE MINA NO PROJETO CORINGA.....	3
FIGURA 4.1-2 - MODELO GEOTECTÔNICO DO CRATON AMAZÔNICO (SANTOS 2000).	6
FIGURA 4.1-3 - TEXTURAS DE VEIOS E ALTERAÇÃO NA REGIÃO DO CORINGA.	17
FIGURA 4.1-4 - TEXTURAS DE VEIOS NO CORINGA.	18
FIGURA 4.1-5 - MAPA ESQUEMÁTICO DE CONTROLE ESTRUTURAL.	20
FIGURA 4.1-6 - ZONA DE BRECHA COM ALTERAÇÃO SERICÍTICA PROXIMAL EM RELAÇÃO AO VEIO MINERALIZADO E ALTERAÇÃO CLORITA/HEMATITA DISTAL.	21
FIGURA 4.1-7 - FRACA ALTERAÇÃO SERICÍTICA NA BORDA DE VEIO DE QUARTZO MINERALIZADO ENCAIXADO EM GRANITO.	22
FIGURA 4.1-8 - ALTERAÇÃO SERICÍTICA NO RIOLITO.	22
FIGURA 4.1-9 - FORTE COLORAÇÃO AVERMELHADA DE RIOLITO EVIDENCIADA PELA PRESENÇA DE HEMATITA MICROCRISTALINA.....	23
FIGURA 4.1-10 - OURO VISÍVEL EM TESTEMUNHO DE SONDAÇÃO.....	24
FIGURA 4.1-11 - TESTEMUNHO DE SONDAÇÃO MOSTRANDO MINERALIZAÇÃO SULFETADA.	25
FIGURA 4.1-12 - VEIO DE QUARTZO COM SULFETOS DE METAIS BASE.....	26
FIGURA 4.1-13 - MICROFOTO - SANIDINA RIODACITO – FURO MVODDH11 (84,80M) – COM FORTE ALTERAÇÃO HIDROTÉRMICA DE SERICITA + CLORITA + CALCITA.	28
FIGURA 4.1-14 - MICROFOTO - AMOSTRA 9456 – TEXTURA PORFIRÍTICA APARENTE DE IGNI-MBRITO RICO EM CRISTALOCLASTOS CONTENDO FRAGMENTOS DE ROCHA E PÚMICE EM TUBO.	28
FIGURA 4.1-15 - MICROFOTO - GRANÓFIRO – QUARTZO DE K-FELDSPATO FORMANDO INTERGRANULAR MICROGRAFIA – TEXTURA GRANOFIRÍTICA.....	29
FIGURA 4.1-16 - MICROFOTO - GRANÓFIRO ALKALIGRANITO – ALBITA EM VOLTA DE FELDSPATO APARENTEMENTE EM SUBSTITUIÇÃO, SUGERINDO METASSOMATISMO SÓDICO.	29
FIGURA 4.1-17 - ALTERAÇÃO DA VULCÂNICA CISALHADA ENCAIXANTE, COM SERICITA+CLORITA+HEMATITA, LATERAL AO VEIO CINZA BRECHÓIDE COM PIRITA.	30
FIGURA 4.1-18 - INTENSA ALTERAÇÃO HIDROTÉRMICA NA ENCAIXANTE VULCÂNICA, COM SERICITIZAÇÃO (CAOLINIZADA), SILICIFICAÇÃO (VÊNULAS DE QUARTZO) E BOXWORKS OXIDADOS DE SULFETO (PIRITA).	31
FIGURA 4.1-19 - ESTRUTURA NA CAVA LAGRESIA – VEIOS DE QUARTZO SULFETADOS ENCAIXADOS EM VULCÂNICA FORTEMENTE ALTERADA, COM PRESENÇA DE FOLIAÇÃO CATACLÁSICA.....	31
FIGURA 4.1-20 - TÍPICOS VEIOS DE QUARTZO ESCURO, COM MASSAS DE PIRITA E ÓXIDOS.	32
FIGURA 4.1-21 - MINERALIZAÇÃO EM FURROS DE SONDAÇÃO – SILICIFICAÇÃO E VEIOS DE QUARTZO COM PIRITA, COM ENCAIXANTE FRATURADA OU BRECHADA COM ALTERAÇÃO HIDROTÉRMICA DE SERICITA + CLORITA E HEMATITA AS VEZES.	33
FIGURA 4.1-22 - MICROFOTO - CRISTAIS DE QUARTZO QUE FORMA A TEXTURA GRÁFICA EM GRANITOS.	34
FIGURA 4.1-23 - AFLORAMENTO DE GRANITO.	34
FIGURA 4.1-24 - RIOLITO PORFIRÍTICO.....	35
FIGURA 4.1-25 - AFLORAMENTOS DE ROCHA VULCÂNICA ÁCIDAS DO GRUPO IRIRI.	35
FIGURA 4.1-26 - RIOLITO COM ALTERAÇÃO E RIOLITO PORFIRÍTICO MAPEADAS NAS ÁREAS DOS ALVOS.	36
FIGURA 4.1-27 - TESTEMUNHO DE SONDAÇÃO CARACTERIZANDO O MINÉRIO TIPO BRECHA E ALTERAÇÃO HIDROTÉRMICA.	36
FIGURA 4.1-28 - TIPO DE MINÉRIO NO ALVO CORINGA. SULFETO MACIÇO COM PIRITA, CALCOPIRITA, GALENA ESFARELITA, AZURITA E MALAQUITA.	38
FIGURA 4.1-29 - ESTRUTURA QUE CONTROLA A MINERALIZAÇÃO NO ALVO CORINGA – SUL DO BLOCO COME-QUIETO.....	38
FIGURA 4.1-30 - MICROFOTO - OURO NATIVO (AU) INTERGRANULADO COM GALENA (G) E INCLUSO EM PIRITA (PY). GALENA EM VOLTA DA PIRITA. AMOSTRA DS0028828, FURO DDH 17, 200X, LUZ REFLETIDA PLANA.	39

FIGURA 4.1-31 - MICROFOTO - DOIS GRÃOS DE OURO NATIVO (AU) EM CALCOPIRITA (CP), UM DELES NA JUNÇÃO COM A PIRITA(PY) E OUTRO NA JUNÇÃO COM MINERAL TRANSPARENTE (PRETO). COVELITA (CV) EM VOLTA DA CALCOPIRITA. AMOSTRA DS0021238, 100X, LUZ REFLETIDA PLANA.....	39
FIGURA 4.1-32- ROCHAS VULCANOCLÁSTICA MAPEADAS NOS ALVOS.	41
FIGURA 4.1-33 - (A) ASPECTO DE UM RIOLITO COM FORTE METASSOMATISMO POTÁSSICO COM FELDSPATO POTÁSSICO QUE OBLITERA QUASE QUE TOTALMENTE OS LYTHOPHYSAES; (B) DETALHE DE UMA BRECHA POSSIVELMENTE HIDROTHERMAL MUITO RASA, COM PREENCHIMENTO POR MATERIAL SILICOSO; (C) ANDESITO INTENSAMENTE SERICITIZADO E ARGILIZADO; (D) ZONA DE BRECHA RÚPTIL CIMENTADA POR CARBONATOS; (E) ZONA DE ALTERAÇÃO SERICÍTICA EM LÁPILITUFOS COM CLASTOS DE RIOLITO, ALGUNS PREVIAMENTE HIDROTHERMALIZADOS; (F) RIOLITO PROPILITIZADO E CLORITIZADO, COM VEIO COM PIRITA E GALENA PREDOMINANTES. AS CORES MARRONS ESVERDEADAS NAS BORDAS SÃO DEVIDAS A UMA INTENSA ALTERAÇÃO SERICÍTICA; (G) ZONA DE BRECHA EM RIOLITO VERMELHO. NOTAR A PRESENÇA DE FRAGMENTOS COM ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL VARIADA, INDICADA PELAS DIFERENTES CORES, (H) VULCANOCLÁSTICA COM ALTERAÇÃO ARGÍLICA COM VEIOS BANDADOS DE QUARTZO NA PARTE INTERNA; (I) MATERIAL CARBONOSO SULFETADO PRESENTE EM ZONAS COM INTENSA ALTERAÇÃO ARGÍLICA E COM CARBONATIZAÇÃO. (TOKASHIKI ET.AL., 2013).....	41
FIGURA 4.1-34 - AMOSTRAS DATADAS COM SUAS RESPECTIVAS IDADES: (A) RIOLITO I, (B) RIOLITO II, (C) GRANITO I, (D) GRANITO II, (E) GRANITO III, (F) PÓRFIRO, (G) TONALITO. (TOKASHIKI ET.AL., 2013).	42
FIGURA 4.1-35 - MAPA DE PONTOS MAPEADOS NAS ÁREAS DOS ALVOS. (TOKASHIKI ET.AL., 2013). ...	44
FIGURA 4.1-36 - MAPA GEOLÓGICO.....	45
FIGURA 4.1-37 - METODOLOGIA DE TRABALHO PARA A CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA.	47
FIGURA 4.1-38 - HIERARQUIA DA CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA SIBCS (2006).....	48
FIGURA 4.1-39 - MAPA PEDOLÓGICO GERAL.....	49
FIGURA 4.1-40 - MAPA PEDOLÓGICO.....	52
FIGURA 4.1-41 - FOLHA TAPAJÓS SB 21.	54
FIGURA 4.1-42 - POSIÇÃO DAS FOLHAS NA ESCALA 1:250.000, E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. 56	
FIGURA 4.1-43 - VISTA DO RELEVO EM: (A) AO FUNDO DO ACAMPAMENTO E (B) NO FILÃO COME QUIETO; MOSTRANDO RELEVO FORTE ONDULADO COM ALTAS ELEVAÇÕES DE TOPOS ALONGADOS E ESTREITOS E ENCOSTAS CÔNCAVAS, CONVEXAS-CÔNCAVAS E RETILÍNEAS.	61
FIGURA 4.1-44 - VARIAÇÃO DAS FORMAS DE RELEVO NA ÁREA DO PROJETO CORINGA.	62
FIGURA 4.1-45 - PERFIL SW – NE DA ADA PLANALTO DISSECADO.....	63
FIGURA 4.1-46 - CLASSE DE DECLIVIDADE DA ÁREA 2 – PLANALTO DISSECADO.	63
FIGURA 4.1-47 - PERFIL SW – NE DA ADA – RELEVO DE MORROS E COLINAS.	64
FIGURA 4.1-48 - DECLIVIDADE DA ÁREA 4 (LOCALIZAÇÃO NA FIGURA 4.2.22) MOSTRANDO QUE Á ÁREA APRESENTA FORTE DECLIVIDADE E COLINAS ALINHADAS, O RELEVO É FORTEMENTE ONDULADO COM RELEVO REBAIXADO, DE TOPOS ONDULADOS E ENCOSTAS CÔNCAVAS, RETILÍNEA E CONVEXAS-CÔNCAVAS.	64
FIGURA 4.1-49 - DECLIVIDADE DA ÁREA 4 (LOCALIZAÇÃO NA FIGURA 4.2.22) MOSTRANDO QUE Á ÁREA APRESENTA FORTE DECLIVIDADE E SERRAS ALINHADAS SEGUINDO A ESTRUTURAÇÃO REGIONAL DO RELEVO.....	65
FIGURA 4.1-50 - PERFIL W-E DA ADA – RELEVO DE SERRAS ALINHADAS.	66
FIGURA 4.1-51 - VISTA DE ANTIGAS ÁREAS DE GARIMPO NO PROJETO CORINGA, SENDO: (A) ESCAVAÇÕES LINEARES – TRINCHEIRA, NO FILÃO DA SERRA, E (B) DEPÓSITO ALUVIONAR, PRÓXIMO A PISTA DE POUSO.....	67
FIGURA 4.1-52 - DECLIVIDADE DA ÁREA 1 (LOCALIZAÇÃO NA FIGURA 4.2.22) MOSTRANDO QUE Á ÁREA APRESENTA BAIXA DECLIVIDADE, EM SUA MAIORIA MENOR QUE 4- PLANÍCIE DO RIO CURUÁ.	69
FIGURA 4.1-53 - MAPA DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS E PLUVIOMÉTRICAS.....	72
FIGURA 4.1-54 - MAPAS DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA EM BAIXOS (925HPA) E ALTOS NÍVEIS (200HPA).....	75
FIGURA 4.1-55 - MÉDIA SAZONAL DA RADIAÇÃO DE ONDA LONGA - ROL (W/M ²).	76
FIGURA 4.1-56 - CLIMATOLOGIA MÉDIA SAZONAL DA PRECIPITAÇÃO (MM).....	77
FIGURA 4.1-57 - MÉDIA MENSAL DA PRECIPITAÇÃO NA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA KM 1.027 DA BR 163 EM NOVO PROGRESSO.....	78
FIGURA 4.1-58 - MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA DO AR NAS ESTAÇÕES DE SÃO FÉLIX DO XINGU (A) E ITAITUBA (B).	79
FIGURA 4.1-59 - MÉDIA MENSAL DA INSOLAÇÃO NAS ESTAÇÕES DE SÃO FÉLIX DO XINGU E ITAITUBA. 80	

FIGURA 4.1-60 - MÉDIA MENSAL DA NEBULOSIDADE NAS ESTAÇÕES DE SÃO FÉLIX DO XINGU E ITAITUBA.	81
FIGURA 4.1-61 - MÉDIA MENSAL DA EVAPORAÇÃO NAS ESTAÇÕES DE SÃO FÉLIX DO XINGU E ITAITUBA.	81
FIGURA 4.1-62 - MÉDIA MENSAL DA UMIDADE RELATIVA DO AR NAS ESTAÇÕES DE SÃO FÉLIX DO XINGU E ITAITUBA.	82
FIGURA 4.1-63 - MÉDIA MENSAL DA FREQUÊNCIA DA DIREÇÃO DO VENTO NAS ESTAÇÕES DE SÃO FÉLIX DO XINGU E ITAITUBA.	83
FIGURA 4.1-64 - MÉDIA MENSAL DA VELOCIDADE DO VENTO NAS ESTAÇÕES DE SÃO FÉLIX DO XINGU E ITAITUBA.	83
FIGURA 4.1-65 - BALANÇO HÍDRICO NORMAL MENSAL.	84
FIGURA 4.1-66 - EXTRATO DO BALANÇO HÍDRICO NORMAL MENSAL, DÉFICIT E EXCEDENTE CONSIDERADO PARA A REGIÃO DO EMPREENDIMENTO.	85
FIGURA 4.1-67 - RESUMO METODOLÓGICO DA CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO.	86
FIGURA 4.1-68 - (A) MEDIDOR DE NÍVEL SONORO PORTÁTIL; (B) CALIBRADOR ACÚSTICO.	87
FIGURA 4.1-69 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE RUÍDOS.	90
FIGURA 4.1-70- NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR01 DURANTE O PERÍODO DIURNO.	92
FIGURA 4.1-71 - NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR01 DURANTE O PERÍODO NOTURNO.	92
FIGURA 4.1-72- REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS MEDIÇÕES NO PONTO PR01 NOS PERÍODOS DIURNO (A) E NOTURNO (B).	93
FIGURA 4.1-73 - NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR02 DURANTE O PERÍODO DIURNO.	93
FIGURA 4.1-74 - NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR02 DURANTE O PERÍODO NOTURNO.	94
FIGURA 4.1-75 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS MEDIÇÕES NO PONTO PR02 NOS PERÍODOS DIURNO (A) E NOTURNO (B).	94
FIGURA 4.1-76 - NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR03 DURANTE O PERÍODO DIURNO.	95
FIGURA 4.1-77 - NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR03 DURANTE O PERÍODO NOTURNO.	96
FIGURA 4.1-78 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS MEDIÇÕES NO PONTO PR03 NOS PERÍODOS DIURNO (A) E NOTURNO (B).	96
FIGURA 4.1-79 - NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR04 DURANTE O PERÍODO DIURNO.	97
FIGURA 4.1-80 - NÍVEIS DE RUÍDOS REGISTRADOS NO PONTO PR04 DURANTE O PERÍODO NOTURNO.	97
FIGURA 4.1-81- REGISTROS FOTOGRÁFICOS DAS MEDIÇÕES NO PONTO PR04 NOS PERÍODOS DIURNO (A) E NOTURNO (B).	98
FIGURA 4.1-82 DIAGRAMA DE CAPTAÇÃO DO EQUIPAMENTO.	101
FIGURA 4.1-83 - EQUIPAMENTO CRAVADO EM SOLO FIRME: (A) PONTO PV 01; (B) PONTO PV 02; (C) PONTO PV 03; (D) PONTO PV 04.	103
FIGURA 4.1-84 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE VIBRAÇÃO.	104
FIGURA 4.1-85 - COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS PICOS DE PRESSÃO ACÚSTICA COM OS LIMITES DA NBR.	107
FIGURA 4.1-86 - COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM OS LIMITES DA NBR E DE PERCEPÇÃO.	108
FIGURA 4.1-87 - CAMADAS DA ATMOSFERA E OS POLUENTES DO AR.	109
FIGURA 4.1-88 - ETAPAS METODOLÓGICAS À CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR.	111
FIGURA 4.1-89 - EQUIPAMENTOS INSTALADOS: A) 1ª CAMPANHA; B) 2ª CAMPANHA.	112
FIGURA 4.1-90 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE QUALIDADE DO AR.	113
FIGURA 4.1-91 - CALIBRAÇÃO DO HI-VOL NO PONTO PQAR 01: A) 1ª CAMPANHA; B) 2ª CAMPANHA.	117
FIGURA 4.1-92 - CALIBRAÇÃO AGV PTS COM CABEÇA DE SEPARAÇÃO MODELO CABMP10 NO PONTO PQAR 01: A) 1ª CAMPANHA; B) 2ª CAMPANHA.	118
FIGURA 4.1-93 - CALIBRAÇÃO DO APV TRIGÁS NO PONTO PQAR 01: A) 1ª CAMPANHA; B) 2ª CAMPANHA.	119
FIGURA 4.1-94 - SISTEMA DE PORTA-FILTRO SEGUIDO POR BORBULHADOR APLICADO À DETERMINAÇÃO DE FMC E SO ₂	120
FIGURA 4.1-95 - MEDIDOR DE MONÓXIDO DE CARBONO: A) 1ª CAMPANHA; B) 2ª CAMPANHA.	120
FIGURA 4.1-96 - MAPA DE REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO PARÁ.	133
FIGURA 4.1-97 - MAPA DE SUB-REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO PARÁ.	135
FIGURA 4.1-98 - PLUVIOMETRIA DA REGIÃO DE NOVO PROGRESSO.	139
FIGURA 4.1-99 - VAZÕES MÉDIAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS MENSAIS DO RIO BRAÇO FORTE EM NOVO PROGRESSO (1981-2009).	140
FIGURA 4.1-100 - NÍVEIS FLUVIOMÉTRICOS MÉDIAS, MÁXIMA E MÍNIMA MENSAIS DO RIO BRAÇO FORTE, NOVO PROGRESSO (1981-2015).	140

FIGURA 4.1-101 - VAZÕES MÉDIAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS MENSAIS DO RIO CURUÁ EM ALTAMIRA (1976-2006).	141
FIGURA 4.1-102 - NÍVEIS FLUVIOMÉTRICOS MÉDIAS, MÁXIMA E MÍNIMA MENSAIS DO RIO CURUÁ, EM ALTAMIRA (1976-2015).	142
FIGURA 4.1-103 - MEDIÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS IN LOCO: (A) CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTO; (B) A (F) MEDIÇÃO DE PARÂMETROS IN LOCO.	144
FIGURA 4.1-104 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE QUALIDADE DE ÁGUA SUPERFICIAL E ÁGUA SUBTERRÂNEA.	148
FIGURA 4.1-105 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DE ÁGUA DO PROJETO CORINGA. (A) PONTO P01SUP CHUVOSO; (B) PONTO P01SUP SECO; (C) PONTO P02SUP CHUVOSO; (D) PONTO P02SUP SECO; (E) PONTO P03SUP CHUVOSO; (F) PONTO P03SUP SECO; (G) PONTO P04SUP CHUVOSO; (H) PONTO P04SUP SECO; (I) PONTO P05SUP CHUVOSO; (J) PONTO P05SUP SECO; (K) PONTO P01SUB CHUVOSO; (L) PONTO P01SUB SECO; (M) PONTO P02SUB CHUVOSO E (N) PONTO P02SUB SECO.	149
FIGURA 4.1-106 - CURVA MÉDIA DE VARIAÇÃO DE QUALIDADE CETESB (2003).	153
FIGURA 4.1-107 – RESULTADOS ANALÍTICOS DA COR APARENTE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	158
FIGURA 4.1-108 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE PH NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	159
FIGURA 4.1-109 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	160
FIGURA 4.1-110 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SALINIDADE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	161
FIGURA 4.1-111 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	162
FIGURA 4.1-112 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE DBO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	163
FIGURA 4.1-113 - RESULTADOS ANALÍTICOS DA DQO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	164
FIGURA 4.1-114 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE STS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	165
FIGURA 4.1-115 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SST NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	165
FIGURA 4.1-116 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	166
FIGURA 4.1-117 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE ST NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	167
FIGURA 4.1-118 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITROGÊNIO AMONÍACAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	168
FIGURA 4.1-119 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITRATO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	169
FIGURA 4.1-120 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITRITO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	169
FIGURA 4.1-121 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITROGÊNIO ORGÂNICO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	170
FIGURA 4.1-122 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITROGÊNIO KJELDHAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	171
FIGURA 4.1-123 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITROGÊNIO TOTAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	171
FIGURA 4.1-124 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE FÓSFORO TOTAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	172
FIGURA 4.1-125 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE TEMPERATURA NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	173
FIGURA 4.1-126 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE TURBIDEZ NAS AMOSTRAS DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DO PROJETO CORINGA.	174
FIGURA 4.1-127 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE FENÓIS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	175
FIGURA 4.1-128 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE ALUMÍNIO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.	176

FIGURA 4.1-129 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE FERRO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.....	177
FIGURA 4.1-130 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE COBRE DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.....	178
FIGURA 4.1-131 - RESULTADOS ANALÍTICOS PARA O COBALTO TOTAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.....	179
FIGURA 4.1-132 - RESULTADOS ANALÍTICOS PARA O CROMO HEXAVALENTE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL.....	181
FIGURA 4.1-133 - RESULTADOS ANALÍTICOS PARA O CROMO TRIVALENTE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.....	181
FIGURA 4.1-134 - RESULTADOS ANALÍTICOS PARA O MAGNÉSIO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.....	184
FIGURA 4.1-135 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA.....	185
FIGURA 4.1-136 - RESULTADOS ANALÍTICOS DA COR APARENTE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	187
FIGURA 4.1-137 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE PH NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	188
FIGURA 4.1-138 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	189
FIGURA 4.1-139 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SALINIDADE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	190
FIGURA 4.1-140 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	190
FIGURA 4.1-141 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA-MINA CHAPLEAU.....	191
FIGURA 4.1-142 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA-MINA CHAPLEAU.....	192
FIGURA 4.1-143 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SÓLIDOS TOTAIS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA-MINA CHAPLEAU.....	192
FIGURA 4.1-144 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS TOTAIS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	193
FIGURA 4.1-145 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITROGÊNIO AMONÍACAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	193
FIGURA 4.1-146 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITRATO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	193
FIGURA 4.1-147 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITRITO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	194
FIGURA 4.1-148 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE NITROGÊNIO TOTAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	195
FIGURA 4.1-149 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE FÓSFORO TOTAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	195
FIGURA 4.1-150 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE ALUMÍNIO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	196
FIGURA 4.1-151 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE FERRO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	197
FIGURA 4.1-152 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE COBRE DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	197
FIGURA 4.1-153 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE TEMPERATURA NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	198
FIGURA 4.1-154 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE TURBIDEZ NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	198
FIGURA 4.1-155 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE MAGNÉSIO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	199
FIGURA 4.1-156 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	200
FIGURA 4.1-157 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE COLIFORMES TOTAIS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	200
FIGURA 4.1-158 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE COBALTO TOTAL NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.....	201

FIGURA 4.1-159 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE CROMO HEXAVALENTE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.	202
FIGURA 4.1-160 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE CROMO TRIVALENTE NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO PROJETO CORINGA.	202
FIGURA 4.1-161 - PANORAMA GERAL DE DEMANDA (%) POR RECURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA.	205
FIGURA 4.1-162 - DEMANDA POR ÁGUA NA SUB-BACIA DO RIO TAPAJÓS	207
FIGURA 4.1-163 - DEMANDA POR ÁGUA NA SUB-BACIA DO RIO XINGU.	207
FIGURA 4.1-164 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO AO DIAGNÓSTICO DE AFLORAMENTOS NATURAIS.	213
FIGURA 4.1-165 - CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM COBERTURA VEGETAL.....	216
FIGURA 4.1-166 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS IDENTIFICADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO.	217
FIGURA 4.1-167 - REGISTRO FOTOGRÁFICO N01.	218
FIGURA 4.1-168 - REGISTRO FOTOGRÁFICO N 02.	220
FIGURA 4.1-169 - REGISTRO FOTOGRÁFICO N 03.	221
FIGURA 4.1-170 - REGISTRO FOTOGRÁFICO N 04.	222
FIGURA 4.1-171 - OLHOS D'ÁGUA.	224

LISTA DE QUADROS



QUADRO 4.1-1 - SOLOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA.....	50
QUADRO 4.1-2 - INFORMAÇÕES DAS ESTAÇÕES UTILIZADAS PARA NO ESTUDO.	71
QUADRO 4.1-3 - NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO PARA AMBIENTES EXTERNOS.	87
QUADRO 4.1-4 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS.	88
QUADRO 4.1-5 - INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO	101
QUADRO 4.1-6 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO PRIMÁRIOS DE VIBRAÇÃO.....	102
QUADRO 4.1-7 - UNIDADES SEGUNDO O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.....	107
QUADRO 4.1-8 - INCERTEZA EXPANDIDA DE MEDIÇÃO.	107
QUADRO 4.1-9 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM DA QUALIDADE DO AR.....	112
QUADRO 4.1-10 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA CADA PARÂMETRO.	123
QUADRO 4.1-11 - SIGNIFICADO DA CLASSIFICAÇÃO QUALITATIVA DO AR.....	123
QUADRO 4.1-12 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA CADA PARÂMETRO.	124
QUADRO 4.1-13 - RESULTADOS DAS MÉDIAS AMOSTRAIS DA QUALIDADE DO AR.	124
QUADRO 4.1-14 - RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES E IQA PARA O PARÂMETRO PTS.....	125
QUADRO 4.1-15 - RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES E IQA PARA O PARÂMETRO MP ₁₀	126
QUADRO 4.1-16 - RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES E IQA PARA O PARÂMETRO NO ₂	127
QUADRO 4.1-17 - RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES E IQA PARA O PARÂMETRO SO ₂	127
QUADRO 4.1-18 - RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES E IQA PARA O PARÂMETRO FMC.....	128
QUADRO 4.1-19 - RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES DO PARÂMETRO CO.....	129
QUADRO 4.1-20 - CONCENTRAÇÃO DOS PARÂMETROS AMOSTRADOS COM INDICAÇÃO DE COR DO IQA.	129
QUADRO 4.1-21 - DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS.	137
QUADRO 4.1-22 - DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA.	138
QUADRO 4.1-23 - DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGENS DE QUALIDADE DE ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA.	143
QUADRO 4.1-24 - MÉTODOS DE ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DO PROJETO CORINGA.....	146
QUADRO 4.1-25 - PRINCIPAIS USOS DA ÁGUA NAS SUB-BACIAS DOS RIOS TAPAJÓS E XINGU.	205
QUADRO 4.1-26 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA AS MEDIÇÕES EM CAMPO.....	215
QUADRO 4.1-27 - RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS NASCENTES.	223

LISTA DE TABELAS



TABELA 4.1-1 - RAZÕES DE OURO E METAIS BASE NAS ZONAS MINERALIZADAS.	24
TABELA 4.1-2 - QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS DOMINANTES.	53
TABELA 4.1-3 - PARÂMETROS METEOROLÓGICOS PARA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA SEGUNDO KÖPPEN.	78
TABELA 4.1-4 - RESULTADOS DO MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDO.	91
TABELA 4.1-5 - NCA DE RUÍDO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.	98
TABELA 4.1-6 LIMITES SEGUNDO A NBR 9653:2005.	105
TABELA 4.1-7 - LIMITES DA PVP EM MM/S DA NORMA ISO 2631-2 (1997).	106
TABELA 4.1-8 - RESUMO DAS MEDIÇÕES SISMOGRÁFICAS.	106
TABELA 4.1-9 - QUANTITATIVO DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS.	116
TABELA 4.1-10 - PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR.	121
TABELA 4.1-11 - PADRÕES PARA EPISÓDIOS CRÍTICOS DE POLUIÇÃO DO AR.	121
TABELA 4.1-12 - REGIÕES E SUB-REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO PARÁ (RESOLUÇÃO Nº 04 DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS.	134
TABELA 4.1-13 - CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DO ALTO RIO JAMANXIM.	136
TABELA 4.1-14 - VALORES DOS PESOS QI DE CADA PARÂMETRO DO IQA.	154
TABELA 4.1-15 - CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO IQA CETESB, 2003).	154
TABELA 4.1-16 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL COLETADAS NA ÁREA DO PROJETO CORINGA – MINA CHAPLEAU.	156
TABELA 4.1-17 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO PROJETO CORINGA.	186
TABELA 4.1-18 - ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA NO PERÍODO CHUVOSO.	203
TABELA 4.1-19 - ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO PROJETO CORINGA NO PERÍODO SECO.	204
TABELA 4.1-20 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE ÁGUA SUPERFICIAL DOS RIOS TAPAJÓS E XINGU.	204
TABELA 4.1-21 COORDENADAS DOS PONTOS IDENTIFICADOS COMO NASCENTES	218
TABELA 4.1-22 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA VAZÃO MÉDIA OBSERVADA NA NASCENTE LOCALIZADA NO PONTO N01	218
TABELA 4.1-23 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA VAZÃO MÉDIA OBSERVADA NA NASCENTE LOCALIZADA NO PONTO N02	220
TABELA 4.1-24 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA VAZÃO MÉDIA OBSERVADA NA NASCENTE LOCALIZADA NO PONTO N03	221
TABELA 4.1-25 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA VAZÃO MÉDIA OBSERVADA NA NASCENTE LOCALIZADA NO PONTO N05.	222
TABELA 4.1-26 - COORDENADAS DOS AFLORAMENTOS IDENTIFICADOS	230

LISTA DE ANEXOS



Anexo I - Certificado de Calibração do Decibelímetro

Anexo II - Certificado de Calibração do Sismógrafo

Anexo III - Relatórios de Análise Sismográfica

Anexo IV - Laudos de Calibração AGV PTS e do CPV

Anexo V - Calibração do Orifício Crítico e do Bolhometro

Anexo VI - Relatório de Determinação da Concentração de Fumaça

Anexo VII - Certificado de Calibração do Medidor de Monóxido de Carbono

Anexo VIII – Laudos de Qualidade da Água

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS



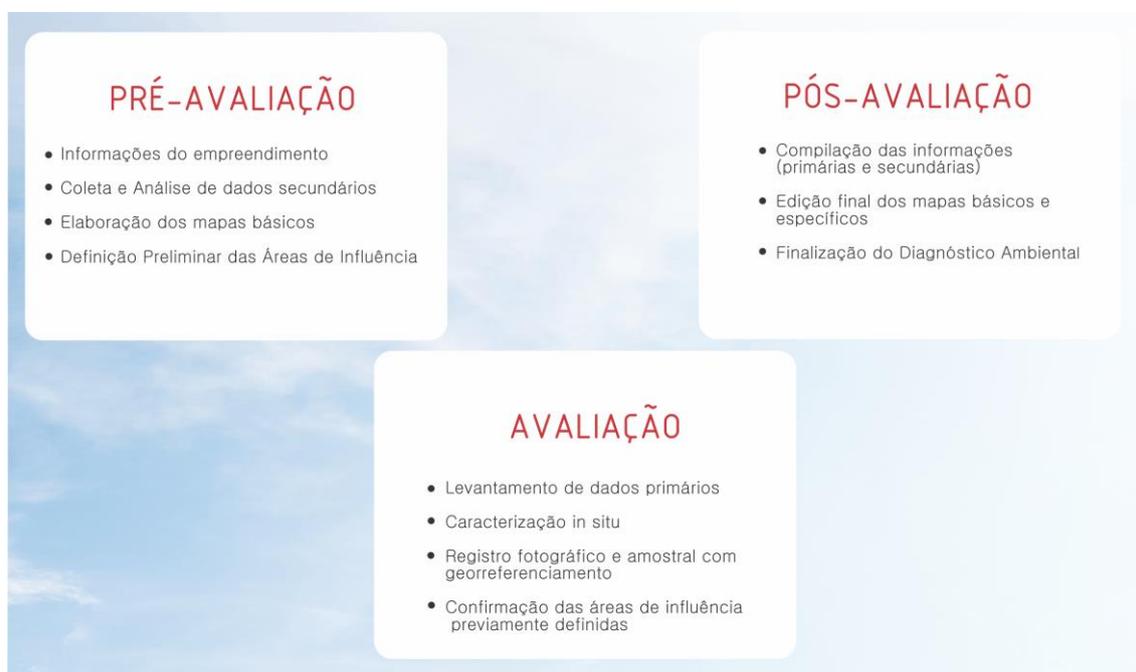
- AB** - Alta da Bolívia
- ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ADA** - Área Diretamente Afetada
- AGV** - Amostrador de Grande Volume
- AI's** – Áreas de Influência
- AID** - Área de Influência Direta
- All** - Área de Influência Indireta
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- ANSI** – American National Standards Institute
- APP** – Área de Proteção Permanente
- BH** - Balanço Hídrico
- CE** - Condutividade Elétrica
- CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- COLA** – Center for Ocean-Land-Atmosphere-Interactions
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CPRM** - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- CPV** - Calibrador Padrão de Vazão
- DBO** - Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DNPM** – Departamento nacional de Produção Mineral
- DQO** - Demanda Química de Oxigênio
- EIA** – Estudo de Impacto Ambiental
- EMPRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPA** - Environmental Protection Agency
- ETP** - Evapotranspiração Potencial
- ETR²** - Evapotranspiração Real
- FMC** - Fumaça
- GPS** – Global Positioning System
- GRADS** – Grid Analysis and Display System
- IBAMA** - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IEC** - International Electrotechnical Commission
- INMET** - Instituto Nacional de Meteorologia

IQA - Índice de Qualidade da Água
IQAr - Índice de Qualidade do Ar
ISO – International Organization for Standardization
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MP – Material Particulado
NBR – National Board of Review
NBR – Norma Brasileira Reguladora
NC - - Noise Criterion
NCA - Níveis de Critério de Avaliação
NCEP-NCAR – *National Centers for Environmental Prediction National Center for Atmospheric Research*
NMP – Número Mais Provável
NPS – Nível de Pressão Sonora
NSF – National Sanitation Foundation
OD - Oxigênio Dissolvido
OMM - Organização Meteorológica Mundial
PMT – Província Mineral do Tapajós
PTS - Partículas Totais em Suspensão
PVC – Policloreto de Vinila
RADAM - Radar da Amazônia
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
ROL - Radiação de Onda Longa
SEMA/PA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará
SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SRTM – Missão Topográfica Radar Shuttle
ST - Sólidos Totais
STD - Sólidos Totais Dissolvidos
T – Temperatura
UHPLAN - Unidades Hidrográficas de Planejamento
UNT/ NTU – Unidade Nefelométrica de Turbidez
USP – Universidade de São Paulo
VMP - Valores Máximos Permitidos
VR – Vibração resultante
ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT - Zona de Convergência Intertropical
ZEE/IBAMA – Zoneamento Ecológico Econômico

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O presente Diagnóstico Ambiental foi realizado com o intuito de reunir informações acerca das características atuais da região onde está localizado o Projeto Coringa, destacando as áreas que coincidem com a ADA, AID e AII; de modo a embasar a avaliação de suas potencialidades e fragilidades frente a instalação do empreendimento (Figura 4.1-1). A caracterização da área de estudo sobre os componentes: físico, biótico e socioeconômico; envolveu uma equipe multidisciplinar, que interagiu durante toda a execução de elaboração do diagnóstico ambiental.

Figura 4.1-1 – Procedimentos para a realização do diagnóstico ambiental.



O estudo iniciou a partir da identificação da atividade a ser implantada na área de interesse, e de dados secundários da região existentes na literatura. As informações foram obtidas na bibliografia científica, junto a órgãos e instituições oficiais, e estudos anteriores nos processos da pesquisa mineral.

A busca de bases cartográficas foi feita a partir de imagens de satélite de anos anteriores e recente, para visualização do processo de evolução do terreno, e a elaboração de documentos cartográficos que comporão o relatório final. Ressalta-se que essa ferramenta de trabalho foi utilizada durante todas as etapas (pré-avaliação, avaliação e pós-avaliação).

As bases cartográficas viabilizaram a identificação preliminar das áreas de influência do estudo ambiental. Sendo que, para a delimitação das áreas de influência direta dos meios físico e biótico foram utilizadas as informações hidrográficas, e para o meio

socioeconômico foram utilizadas as condições de uso e ocupação do solo e vias de acessos existentes. Da mesma forma, foi possível na etapa de pré-campo, definir os pontos ou áreas a serem visitadas em campo.

A partir dessas leituras, foi possível realizar a definição das áreas de influência do projeto, conforme apresentado no item 3 deste EIA.

As atividades de campo, para o levantamento de dados primários, na ADA e AID, tiveram como meta principal o detalhamento das informações sobre os meios: físico, biótico e socioeconômico; e a comparação com as informações previamente levantadas, permitindo assim uma visão mais ampla das áreas de influência do empreendimento. Para a caracterização de alguns parâmetros foram utilizados critérios estabelecidos em legislações e normas técnicas brasileiras, e para outros foram adotados procedimentos técnicos com base em execução de estudos anteriores.

Após a etapa de campo, houve o tratamento e compilação das informações para composição do relatório nas diversas especialidades e áreas temáticas abrangidas pelos estudos e agrupados conforme os capítulos subsequentes.

4.1 DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

4.1.1 INTRODUÇÃO

Neste item são apresentadas as características da área de interesse à Atividade de Mina no Projeto Coringa nos seus aspectos físicos (geologia, solos, clima, recursos hídricos com indicação da sub-bacia hidrográfica, principais drenagens e caracterização hidrogeológica).

No presente diagnóstico são apresentadas as características associadas aos componentes ambientais do meio físico (Figura 4.1-1), a partir da análise das informações secundárias e primárias da área de influência do Projeto Coringa, além de ser considerada a unidade de apoio (alojamento) e as vias de acesso que deverão ser utilizadas durante o desenvolvimento da atividade.

Figura 4.1-1– Componentes ambientais do meio físico avaliados para Atividade de Mina no Projeto Coringa.



Foram adotados procedimentos básicos de execução para a avaliação de componentes ambientais, composto basicamente em três etapas distintas, sejam elas:

● Etapa de Escritório 1 – preliminar

Esta etapa envolveu todo o processo de coleta e análise de informações iniciais e documentos sobre a área de interesse à mina, a geração de documentos cartográficos preliminares, e sobre os aspectos e impactos ambientais mais significativos para a execução da Atividade de Mina. Todos os componentes ambientais considerados neste diagnóstico do meio físico tiveram como base comum a utilização de estudos anteriores realizados na região. Sobretudo, documentos específicos da região, onde está situado o Projeto Coringa.

● Etapa de Campo

Nesta etapa foram realizadas visitas técnicas *in situ* para as observações e caracterização dos componentes ambientais. As informações levantadas foram georreferenciadas (confirmadas, adequadas e/ou corrigidas) e detalhada na área de influência direta do empreendimento.

● Etapa de Escritório 2 – pós-campo

Essa etapa correspondeu ao momento em que as informações obtidas em campo foram compiladas e finalizadas. Nesta fase, foi concluído o diagnóstico da AII e elaborado o diagnóstico da AID e ADA.

O geoprocessamento das informações foi importante ferramenta de trabalho, utilizado durante todas as etapas deste estudo. Para tal, foram consultadas bases cartográficas elaboradas pelos seguintes órgãos: IBGE, CPRM, EMBRAPA, RADAM e IBAMA. As informações levantadas neste diagnóstico foram fundamentais para a identificação e avaliação dos principais impactos negativos e positivos associados à atividade de Atividade de Mina no Projeto Coringa. Permitindo estabelecer as ações de mitigação, compensação e/ou potencialização dos impactos identificados na matriz de impacto ambiental.

4.1.2 GEOLOGIA

4.1.2.1 A província mineral do tapajós e trabalhos anteriores

Nos dias de hoje a Província Mineral do Tapajós abriga recursos da ordem de oito milhões de onça de ouro distribuídos em nove depósitos descobertos por empresas juniores nos últimos dez anos. Em sua maioria os depósitos são hospedados por rochas granitoides Paleoproterozóicas do Complexo Cuiú-Cuiú e Suite Creporizão (Magmatismo orogênico) e Suite Intrusiva Parauari (Magmatismo pós-orogênico), variando em idade de 2,02 a 1,88 Ga. Poucos depósitos são hospedados por rochas mais jovens atribuídas as vulcânicas do Grupo Iriri de 1,76 Ga.

Todos os depósitos têm um forte controle estrutural, que é responsável pelas duas formas de mineralização conhecidas na região, que são: Possantes veios que quartzo sulfetados com altos teores de ouro, encaixados em zonas de cisalhamento, representados pelos depósitos do Palito e Coringa. E mineralização disseminada e stockwork associada a veios e vênulas de quartzo em zonas de cisalhamento, caso dos depósitos Tocantinzinho e Central no Cuiú-Cuiú.

Muito antes da descoberta dos depósitos conhecidos, a região foi o local de uma grande corrida do ouro promovida por cerca de 300.000 garimpeiros principalmente oriundos do nordeste do país da década de 1970 até o final da década de 1990, com produção histórica de quase 30 milhões de onças de ouro, (dados DNPM não oficiais). Apesar do descobrimento do ouro na região datar de 1747, a área está em contínua produção desde 1958. A produção de ouro atingiu o pico entre os anos de 1988 e 1990.

Os garimpos ainda estão em atividade na região, com mais de 30.000 garimpeiros, em uma contínua produção estimada em mais de 200.000 onças de ouro por ano. Depósitos aluvionares são explorados até a exaustão, depois os garimpeiros voltam suas minas para os horizontes de solos lateríticos e de saprolitos, eventualmente para veios primários e stockworks quando possível, usando quase sempre método de desmonte hidráulico. Poços e galerias são abertos para a garimpagem de veios de quartzo em áreas montanhosas, em horizonte de rocha fresca são usados explosivos para abertura de galerias e retirada dos veios mineralizados.

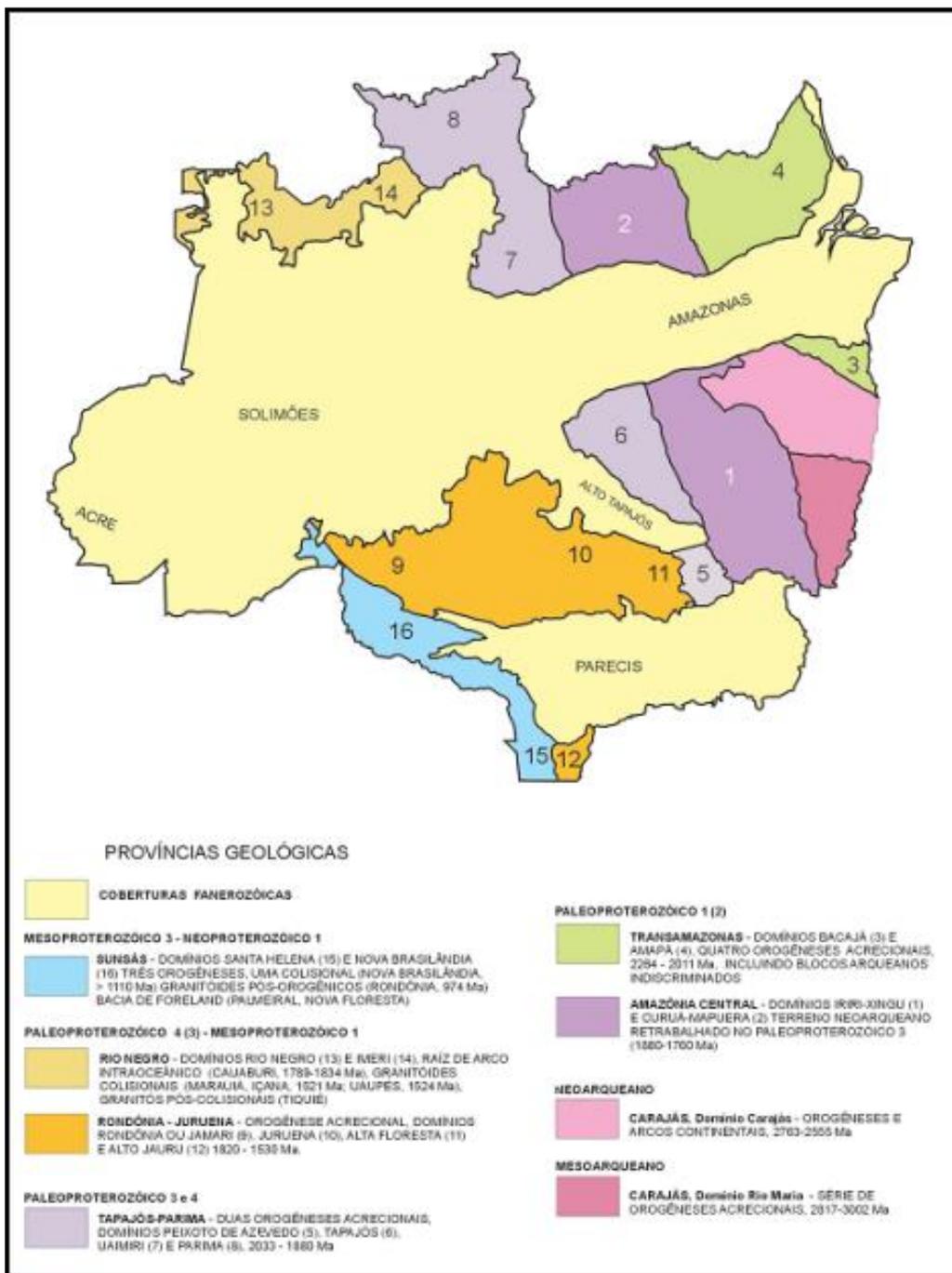
Apesar dos alvarás do projeto Coringa terem sido negociados com outras empresas, a Chapleau é pioneira na região em trabalhos de exploração mineral, nenhuma empresa antes havia realizado pesquisa mineral na área. As atividades mineiras anteriores a chegada da empresa foram todas conduzidas por garimpeiros.

4.1.2.2 Geológico regional

As áreas do projeto Coringa estão localizados no sul/sudoeste do Estado do Pará região dentro da Província Mineral do Tapajós (PMT) e esta, geologicamente inserida no Cráton Amazônico, mais precisamente no cinturão móvel Ventuari-Tapajós (Tassinari & Macambira 1999; 2004) ou na província tectônica Tapajós-Parima (Santos *et al.*, 2000),

(Figura 4.1-2). Distribuída segundo a direção aproximadamente noroeste-sudeste, seus limites geológicos são: ao leste a Província Amazônia Central, do Proterozóico Inferior; e oeste as províncias Rio Negro (ao norte) e Rondonia-Juruena (ao sul), ambas do Proterozóico Médio.

Figura 4.1-2 - Modelo Geotectônico do Craton Amazônico (Santos 2000).



As unidades mais antigas da Província Mineral do Tapajós, que constituem o seu embasamento, são rochas metavulcano-sedimentares relacionadas ao Grupo

Jacareacanga e gnaisses e granitóides granodioríticos a tonalíticos, com raros migmatitos e anfibolitos associados, do Complexo Cuiú-Cuiú. Estes conjuntos formaram-se entre 2.000Ma e 2.150Ma, podendo representar uma associação de arco imaturo (Almeida *et al.*, 1999b), composta por bacias de retro-arco e magmatismo cálcio-alcalino baixo potássio, respectivamente. Tais sequências foram intrudidas por granitóides sin a tardiorogênicos, também calcioalcalinos, mas de médio a alto potássio, entre aproximadamente 1.990Ma e 1.960Ma, representados pelos granitóides da Suíte Intrusiva Creporizão.

Estes conjuntos compõem o domínio orogênico da província e distribuem-se de forma alongada segundo NW-SE, orientação dos grandes lineamentos, predominantemente transcorrentes, que controlam a forma dos corpos rochosos.

A maior parte da província é coberta pelas unidades com origem e colocação ligadas às fases extensionais pós-orogênica a anorogênica. A primeira encontra-se representada pelos granitóides cálcio-alcalinos da Suíte Intrusiva Parauari, com idades entre 1.883Ma e 1.898Ma, possivelmente associados às rochas básicas cálcio-alcalinas da Suíte Intrusiva Ingarana, e a uma série de intrusivas e efusivas básicas e intermediárias, como o Olivina Gabro Rio Novo, o Gabro Serra Comprida, o Quartzo Monzogabro Igarapé Jenipapo e a Formação Bom Jardim, tentativamente colocadas no Paleoproterozóico.

Em associação espaço-temporal com esses conjuntos ocorre a Suíte Intrusiva Maloquinha, com idades radiométricas em torno de 1.880Ma, constituída por granitos alcalinos (tipo-A), com características transicionais entre granitóides pós-orogênicos e francamente anorogênicos. Também está incluído nessa situação o Granito Caroyal. Esse plutonismo é complementado pelo extenso vulcanismo ácido a intermediário penecontemporâneo, com vulcanoclástica associadas, reunidos no Grupo Iriri. De forma um tanto tardia em relação a esse magmatismo, posicionaram-se os granitos Porquinho e Pepita, que guardam similaridades com os da Suíte Maloquinha.

Possivelmente, relacionam-se a esse período as intrusões dos Andesitos Joel-Mamoal e os Lamprófiros Jamanxim. Marcando a estabilização desse fragmento crustal, edificado no final do Ciclo Transamazônico, ocorrem às coberturas sedimentares continentais, predominantemente psamo-pelíticas, confinadas em *grabens* e reunidas na Formação Buiçu, compondo a Bacia do Alto Tapajós, e outros segmentos menores, por vezes cortados pelo magmatismo básico alcalino do Diabásio Crepori, de aproximadamente 1.780Ma.

O Mesoproterozóico é registrado pelo Granito Igarapé Escondido, um possível representante do magmatismo Parguaza-Mucajaí, seguido pelo Evento tectônico *K'Mudku* e pelo magmatismo básico troctolítico da Suíte Intrusiva Cachoeira Seca, com cerca de 1.100Ma.

No Fanerozóico, o Grupo Jatuarana e as Formações Monte Alegre e Ipixuna marcam a sedimentação Paleozóica na Bacia do Alto Tapajós, enquanto a sedimentação

Mesozóica na Bacia do Amazonas é representada pela Formação Alter do Chão. Ambas as bacias são cortadas por diques básicos cambrianos (514Ma) e jurássicos (180Ma).

Recobrimo as unidades mais antigas ocorrem as coberturas detríticas e lateríticas terciárias e aluvionares quaternárias, que completam o quadro geológico da Província Mineral do Tapajós.

4.1.2.3 Estratigrafia

O levantamento estratigráfico da geologia regional baseou-se principalmente em pesquisa bibliográfica da Província Mineral do Tapajós, tendo como referência autores como Almeida *et al.*, (1998), Bettencourt & Dall’Agnol (1987), Coutinho (2008), Vasques & Tavassos (2008), Juliani *et al.* (2000;2001;2002; 2003; 2005), Santos *et al.*, (2000), Vasquez & Klein (2000), Tassinari & Macambira (1999;2004), além de outros autores de importantes trabalhos científicos da região e dos recentes trabalhos dos profissionais do Serviço Geológico do Brasil.

4.1.2.3.1 Grupo Jacareacanga

O Grupo Jacareacanga é constituído predominantemente por micaxistos, quartzo micaxistos, actinolita xisto, talco xisto, quartzito, metachert, metargilito, metagrauvaca e filitos de baixo grau metamórfico (Ferreira *et al.*; 2000). Sua idade situa-se ao redor de 2,1 Ga, como indicado pela datação U-Pb em zircão detrítico dos xistos (2.098 a 2.875 Ma) e pelas intrusivas graníticas do Complexo Cuiú-Cuiú, que tem idade ao redor de 2.005 Ma (Santos *et al.*, 1997; 2000; 2001).

4.1.2.3.2 Complexo Cuiú-Cuiú

Esse Complexo é composto por migmatitos, gnaisses, anfíbolitos e granitóides metassomáticos (Almeida *et al.*, 1998). É considerado por Santos *et al.* (2000) como representante do arco magmático mais antigo da Província Tapajós-Parima (2.005 ~ 7 Ma U-Pb SHRIMP em zircão).

4.1.2.3.3 Suíte Intrusiva Creporizão

Esta unidade é composta predominantemente por corpos de sienogranito e monzogranito, com intrusões de granodiorito, tonalito e quartzo monzodiorito subordinadas, com composições cálcio-alcálicas peraluminosas e metaluminosa (Ricci *et al.*, 1999; Lamarão *et al.*, 1999; Klein & Vasquez, 2000), com idades de 1.974 ~ 6 e 1.957 ~ 6Ma (Santos *et al.*, 2001). Vasquez & Klein (2000) interpretam que estas rochas são sin- a tardi-orogênicas e Santos *et al.* (2001) consideram esta Suíte como parte do segundo arco magmático desenvolvido na Província Tapajós-Parima. Estas rochas podem estar metamorfizadas na fácies anfíbolito inferior.

4.1.2.3.4 Suíte Intrusiva Parauari

Os litótipos desta unidade são intrusivos nas rochas das unidades anteriores e são representados, em essência, por corpos de sienogranitos e monzogranito, com tonalito e diorito subordinados. Em geral têm cor cinza-claro e são equigranulares, mas, por vezes, são porfíricos, com megacristais de plagioclásio e, localmente, de quartzo. Dada a grande variação composicional destas rochas Almeida *et al.* (2000) subdividiram as rochas da Suíte Intrusiva Parauari em três fácies: Granítica, Granítica com titanita e Granodiorítica. A fácies granítica está representada por rochas leucocráticas, equigranulares e localmente porfíricas, dispostas em batólitos de biotitas monzogranito, biotita-hornblenda granodiorito, hornblenda-biotita monzogranito, álcali-feldspato granito, sienogranito, tonalito, microtonalito e micromonzogranito granofírico cálcio-alcálicos. A fácies graníticas com titanita compreende predominantemente corpos de biotita monzogranito, hornblenda-biotita monzogranito, granodiorito e sienogranito. São rochas predominantemente leucocráticas equigranulares cor rosa. A fácies granodiorítica, constitui corpos isolados inseridos nas áreas de afloramento das rochas da fácies granítica, as quais apresentam contatos, em geral, gradacionais. É constituída por biotita granodiorito, clinopiroxênio-biotita-hornblenda granodiorito e biotita monzogranito.

Esta Suíte é considerada por Santos *et al.* (2001) como gerada no quarto arco magmático da Província e tem idades U-Pb por SHRIMP em zircão de 1.883 ~ 4 Ma a 1.870 ~ 12 Ma e Pb-Pb em zircão de 1.880 ~ 14 Ma.

Muitos dos granitos cinza desta Suíte, quando hidrotermalizados assumem cor vermelha intensa como, por exemplo, o Granito Batalha (Corrêa-Silva *et al.* 2000; Juliani *et al.*, 2001), semelhante à dos granitóides da Suíte Intrusiva Maloquinha.

4.1.2.3.5 Suíte Intrusiva Ingarana

A Suíte Intrusiva Ingarana (Bahia & Quadros, 2000) compreende um conjunto de corpos de gabro e diabásio com tendências cálcio-alcálicas e médio a altos teores de potássio (Almeida *et al.* 2000, Santos *et al.*, 2001). Tais corpos são intrusivos nas rochas das unidades descritas anteriormente e são cortados por subvulcânicas e plutônicas do Supergrupo Uatumã. Para estas rochas Santos *et al.* (2001) obtiveram idades U-Pb por SHRIMP em zircão entre 1.879 ~ 3 e 1.873 ~ 10 Ma.

4.1.2.3.6 Granito Batalha

O Granito Batalha aflora como *stocks* circulares a elípticos em planta, intrusivos nos granitóides da Suíte Intrusiva Parauari e é composto por hornblenda-biotita monzogranito leucocrático com variações para sienogranito, de cor variando de cinza nas porções sem alteração hidrotermal a vermelha nas porções mais intensamente hidrotermalizadas. Localmente, apresenta texturas rapakivi e granofíricas incipientes e quimicamente é metaluminoso a peraluminoso, cálcio-alcálico e subalcálico e possui

afinidade com granitos tardi- a pós-colisionais, segundo Almeida *et al.* (2000). Juliani *et al.* (2000) descreveram apenas texturas semelhantes às rapakivi (*rapakivi-like*) nesse granito, derivadas de metassomatismo sódico de ocorrência relativamente restrita.

Santos *et al.*, (2000) obtiveram idade de U-Pb por SHRIMP em zircão de 1.883 ~ 4Ma em rochas próximas semelhantes, situadas junto ao corpo do Granito Batalha. Este intrusivo granítico foi anteriormente considerado por Coutinho *et al.* (1996) como pertencente à Suíte Intrusiva Maloquinha, mas Juliani *et al.* (2001) e Juliani *et al.* (2005) o redefiniram como pertencente ao evento final do magmatismo Parauari e correlato ao Granito Rosa de Maio, que pertencente à Fácies Granítica da Suíte. As grandes variações composicionais anteriormente descritas foram caracterizadas petrográficamente, texturalmente e quimicamente, incluindo balanços de massa, como devidas quase que exclusivamente a metassomatismo potássico e sódico, além das alterações hidrotermais propilítica, sericítica e silicificação por Juliani *et al.* (2002).

4.1.2.3.7 Supergrupo Uatumã

É uma das unidades mais importantes do Cráton Amazônico, devido à sua extensão, que ultrapassa 1.100.000 km², mas cuja estratigrafia, fontes dos vários eventos magmáticos e mineralizações associadas não são ainda bem compreendidas. Pessoa *et al.* (1977), Rambrag & Santos (1974), Silva *et al.* (1974) e Santos *et al.* (1975) foram os responsáveis pela caracterização e individualização das unidades deste Grupo, considerado como formado em um grande evento Vulcano-plutônico anorogênico que afetou todo o Cráton Amazônico. Melo *et al.* (1978, em Almeida *et al.*, 2000) elevaram a categoria do Grupo Uatumã para Supergrupo, uma vez que o conjunto engloba suítes intrusivas e extrusivas heterogêneas. Assim, o Supergrupo Uatumã passou a ser considerado como composto pela Suíte Intrusiva Maloquinha e pelo Grupo Iriri.

4.1.2.3.8 Grupo Iriri

O Grupo Iriri foi inicialmente denominado Formação Iriri por Forman *et al.* (1972) e, posteriormente, elevado à categoria de Grupo por Pessoa *et al.* (1977), que também o dividiu nas formações Aruri e Salustiano, e em sequência híbrida sedimentar e vulcânica, posteriormente nomeada Formação Aruri (Santos *et al.*, 2000), que compreende rochas vulcânicas e piroclásticas ácidas com tendências cálcio-alcálicas (Santos, 1984).

A grande extensão do vulcanismo Iriri no Cráton Amazônico tem sido muito discutida. Trabalhos feitos por Lamarão *et al.* (1999) e Juliani *et al.* (2005^a) indicaram a existência de mais de um evento vulcânico na unidade denominada Grupo Iriri, materializados pelas vulcânicas dacíticas e andesítica de afinidade cálcio-alcálica ou shoshonítica, que mostram idades Pb-Pb de 2.001 ~ 6 Ma e 1.877 ~ 4 Ma em ignimbritos, de 1.890 ~ 2 Ma em riolitos e 1.880 ~ 9 Ma em granitos da região de Moraes de Almeida. Essas unidades datadas foram definidas por Lamarão *et al.* (1999; 2002), respectivamente, como formações Vila Riozinho e Moraes de Almeida.

Juliani *et al.* (2005) definiram o Grupo de Iriri como gerado em complexos de *ash-flow calderas* que alcançam mais de 50 km de comprimento. Estes complexos foram interpretados como formados em bacias de *back-arc* e, geneticamente, vinculam-se à coloração rasa de batólitos cálcio-alcálicos tardi- a pós-tectônicos da Suíte Parauari (Juliani, 2000; 2002; 2003). Estudos posteriores feitos por Juliiani *et al.* (2009) sugerem que o ambiente tectônico de formação das caldeiras de magmas cálcio-alcálicos deram-se em intra-arco na Província Aurífera do Tapajós.

Segundo Juliiani *et al.* (2005), as unidades de pré-caldeira desse evento são compostas por derrames de andesito, riolito e ignimbritos e as sin-caldeira gerou vulcões compostos e domos de riolito e ignimbritos distribuídos ao redor e internamente às caldeiras. Tufos, arenito epiclásticos e sedimentos lacustres formam os depósitos de intra-caldera.

A intrusão de *stocks* granofíricos riodacíticos e diques de riolito e riodacitos porfirítico tardios geraram epitermais *high-* e *low-sulfidation* nas crateras dos vulcões anelares. As principais formações que compõem o Grupo são:

● Formação Bom Jardim

A Formação Bom Jardim (Almeida *et al.*, 2000) é composta por derrames de andesito, andesito basáltico, traquiandesito e latito, localmente apresentam textura porfirítica e amígdalas preenchidas por quartzo e carbonatos, além de hialoclastitos, hornblenda riodacitos e corpos de brechas hidrotermais em andesitos (Juliani *et al.*, 2005).

Quimicamente as rochas vulcânicas são cálcio-alcálicas de alto potássico, e as rochas básicas tholeiíticas e metaluminosa. Devido à composição química intermediária, Almeida *et al.* (2000) propuseram que a Formação Bom Jardim fosse excluída do Supergrupo Uatumã, mas Santos *et al.* (2000) e Juliiani *et al.* (2005) consideram a Formação Bom Jardim como a unidade basal do Grupo Iriri e geneticamente relacionada à evolução do arco magmático Parauari.

● Formação Salustiano

A Formação Salustiano (Pessoa *et al.* 1977) é constituída por derrames de riolito, dacito e latito, localmente porfiríticos, e por ignimbritos e tufos diversos, de composição cálcio-alcálica de alto potássico (Bahia & Quadros, 2000). O conjunto é comumente cortado por granitos da Suíte Intrusiva Maloquinha e se encontra localmente hidrotermalizado em diferentes estilos, tipos e intensidades (Nunes *et al.*, 2000; Nunes, 2001; Corrêa-Silva *et al.*, 2001; Juliiani *et al.*, 2001). Santos *et al.* (2000) obteve idade de 1.870 ~ 8 Ma (SHRIMP U-Pb em zircão) para os riolitos. Dall’Agnol *et al.* (1999) obteve idade de 1.888 ~ 2 Ma pelo método de evaporação Pb-Pb em zircão para um riolito proveniente dessa unidade. Entretanto, as características petrográficas dessa rocha datada sugerem ser um riolito alcalino, que poderia ser correlacionado à Formação Moraes de Almeida.

● Formação Aruri

A Formação Aruri (Pessoa *et al.* 1977) é constituída predominantemente por rochas piroclásticas, incluindo tufos, ignimbritos e brechas vulcânicas, e epiclásticas, com tufitos e arenitos tufáceos. Bahia & Quadros (2000) atribuíram a gênese destas rochas as caráter explosivo dos magmas ácidos da Formação Salustiano, que geraram grandes quantidades de material piroclástico, que seria em parte retrabalhado e depositado em ambiente subaquático. Esta unidade hospeda sistemas epitermais *high-sulfidation* (ou quartzo-alunita) mineralizados em ouro, quase que totalmente preservados (Juliani *et al.*, 2000; 2001; 2005; Nunes *et al.*, 2000; 2001; Nunes, 2001). A mineralização de ouro *high-sulfidation* ocorre em brechas hidrotermais e exibem um núcleo de sílica maciça envolvido por alteração argílica avançada com alunita, natroalunita, pirofilita, andalusita, diásporo, rutilo, caolinita-dickita, woodhouseita-svanbergite, pirita, calcopirita, bornita, coverllita, enargita-luzonita e Au e Ag nativos. Também foram identificados dentro da mineralização nas brechas hidrotermais outros minerais associados com o minério e a ganga, entre os quais estão jaroisita, topázio, quartzo, woodhouseita-hinsdalita, calcosina, enargita-famatinita, tetraedrita-tennantita, tiemannita e analcima-wairakita (Miranda, 2009). Esta zona de alteração é envolvida em uma zona de alteração argílica, seguida por um halo de externo propilítico. Um *sílica cap* rico em hematita ocorre acima dos corpos de brecha hidrotermal e em níveis profundos predomina alteração sericítica. Corrêa-Silva *et al.* (2001) descreveram um sistema epitermal *low-sulfidation* (ou adularia-sericita) mineralizado em cobre e molibdênio, com ouro subordinado, hospedado nesta unidade. O contexto geológico da mineralização Cu-Mo-(Au) *low-sulfidation* é análogo ao da *high-sulfidation*, mas a alteração principal caracteriza-se pela presença de adularia e sericita.

Nos ignimbritos interpretados como pertencentes a essa sequência, Lamarão (1999) obteve idades de 1.877 ~ 4 Ma (Pb-Pb em zircão).

● Formação Moraes de Almeida

A Formação Moraes de Almeida é composta majoritariamente por derrames de ignimbritos, lápili-tufos, riolito e traquito, de idade Pb-Pb em zircão de 1.875 ~ 4 Ma (Lamarão *et al.* 2002).

4.1.2.3.9 *Suíte Intrusiva Maloquinha*

A Suíte Maloquinha (Almeida *et al.*, 1977; Andrade *et al.*, 1978), foi inicialmente definida por Santos *et al.* (1975) como Granito Maloquinha, e posteriormente como Formação Maloquinha por Pessoa *et al.* (1977). É composta por granitos alcalinos gerados em ambientes anorogênicos pós-colisionais e associam-se espacialmente às vulcânicas do Iriri (Almeida *et al.*, 1999a). A distribuição destes granitos no Cráton Amazônico e sua gênese foram descritas por Bettencourt & Dall'Agnol (1987), Bettencourt *et al.* (1995) e Dall'Agnol *et al.* (1994, 1997, 1999a), Lamarão *et al.* (1999, 2002), Nunes (2002), Juliani *et al.* (2005) e Fernandes (2009).

A Suíte é composta por corpos de álcali-feldspato granito, sienogranito e monzogranito leucocráticos de cor rosa a vermelha, comumente de composição alaskítica com predomínio de ortoclásio perfitico e raro microclínio, os quais afloram como *stocks* e batólitos elípticos a circulares ao longo de lineamentos regionais de direção NW-SE. Frequentemente estas rochas apresentam texturas rapakivi (Brito *et al.*, 1997) e são quimicamente peraluminosas subalcalinas a alcalinas. Alguns destes corpos apresentam-se mineralizados a estanho, ouro, nióbio e tântalo (Projeto RADAM, 1975). O padrão de terras raras sugere uma evolução por fusão parcial, e as características petrográficas, químicas e os modelos de distribuição de terras raras são semelhantes aos granitos tipo A descritos por Eby (1990). Brito *et al.* (1997) dividiu as rochas desta unidade em três fácies: Biotita Granito, Hornblenda Granito e Riebeckita Granito, sendo as duas primeiras mais abundantes, Fácies de biotita granito e de anfibólio-biotita granito foram distinguidas na Suíte Intrusiva Maloquinha por Almeida *et al.*, (2000).

Embora essas rochas tenham idades semelhantes às das vulcânicas do Grupo Iriri, os granitos são um pouco mais novos, pois as cortam em algumas regiões. Para estas rochas Santos *et al.* (2000) obtiveram idades ao redor de 1.870 Ma pelo método U-Pb em zircão.

A inclusão das rochas vulcânicas cálcio-alcalinas do Grupo Iriri no mesmo evento magmático alcalino da Suíte Intrusiva Maloquinha mostra-se, entretanto, inadequada, o que fez com que Juliani *et al.* (2005) considerassem que as vulcânicas do Grupo Iriri façam parte do conjunto Tardi- a pós- colisional do evento magmático cálcio-alcalino Parauari, que muitas vezes tem suas rochas confundidas com as do evento anorogênico Maloquinha, em função da cor vermelha intensa, adquirida pelo intenso metassomatismo potássico. As vulcânicas, por sua vez, podem correlacionar-se com as Formações Moraes de Almeida (Lamarão *et al.* 2002) e Santa Rosa (Fernandes, 2009).

Há a descrição de outros granitóides estabelecidos nas unidades proterozóicas na Província Mineral do Tapajós, que se distinguem em detalhes dos granitos da Suíte Intrusiva Maloquinha.

O Granito Caroçal, por exemplo, foi separado dos granitos Maloquinha devido às suas distintas características químicas. São subalcalinas, mas possuem afinidades cálcio-alcalina de alto potássio. A idade U-Pb SHRIMP em zircão é de 2,6 a 2,7 Ga no núcleo dos cristais e 1,87 Ga nas bordas, está interpretada como a idade do magmatismo (Santos, 1999, em Almeida *et al.* 1999). Almeida *et al.* (1999a) consideram que as idades modelos de Sm-Nd entre 2,24 e 2,85 Ga obtidas por Sato & Tassinari (1997) indicam que a Suíte Intrusiva Maloquinha tem como origem uma crosta continental arqueana. Embora dados de Nd em rochas magmáticas paleoproterozóicas em áreas de Vila Riozinho e Jamanxim indicam que os magmas originais não foram produzidos exclusivamente pela refusão da crosta continental Arqueana, e pelo contrário apontam à um domínio de fontes paleoproterozóicas (Lamarão *et al.* 2005).

A Suíte Intrusiva Porquinho é composta por álcali-feldspato granito, biotita granito, Riebeckita granito e hastingsita granito, com características químicas alcalinas (Bahia & Quadros, 2000).

E por fim, temos o Granito Pepita, que segundo Almeida *et al.* 2000 descrevem o granito como um composto por corpos de riebeckitaarfverdsonita álcali-feldspato granito a álcali-feldspato granito com formas circulares em mapa, intrusivos na Suíte Porquinho. Apresentam idade SHRIMP U-Pb de ~ 1,87 Ga (Santos *et al.*, 2000). Segundo Almeida *et al.* (2000) este granito assemelha-se aos granitos do tipo A de Eby (1990).

4.1.2.3.10 Lamprófiro Jamanxim

Estes Lamprófiros constituem diques encaixados nas rochas do Grupo Iriri, das suítes Ingarana e Parauari. Para estas rochas Almeida *et al.* (1978) obtiveram idade K - Ar em rocha de 1.536 ~ 31 Ma.

4.1.2.3.11 Formação Buiçu

A Formação Buiçu é constituída predominantemente por corpos de arenito e arenito arcoseano, além de conglomerado, siltito, argilito, tufos e tufitos com estratificação plano-paralela, localmente cruzada e com marcas onduladas (Almeida *et al.*, 2000). A idade máxima destas unidades é a das vulcânicas ácidas do Grupo Iriri, já que se encontram seixos desta unidade em conglomerados. Sua idade mínima é dada pela idade do Diabásio Crepori, nela introduzidos.

4.1.2.3.12 Diabásio Crepori

Esta unidade (Santos & Loguércio, 1984), originalmente denominada como *Sill* Crepori por Pessoa *et al.* (1977), constitui de diques de diabásio, olivina diabásio e microgabros orientados predominantemente segundo a direção E-W, além de alguns *sills*. Para estas rochas Santos *et al.* (2000) obtiveram idade de 1.778 ~ 9 Ma (U-Pb SHRIMP) em baddeleyita.

4.1.2.3.13 Suíte Intrusiva Cachoeira Seca

Esta suíte é formada por diques e derrames de olivina gabro, diorito, troctolito e diabásio troctolito com idade K – Ar em plagioclásio de 1.072 ~ 18 Ma (Pessoa *et al.*, 1977).

4.1.2.3.14 Rochas Básicas Indiferenciadas

São diques de rochas básicas mesozóicas que ocorrem na porção meridional do Cráton Amazônico, cujas informações disponíveis são ainda insuficientes para agrupá-las numa unidade ou para o estabelecimento de correlações, segundo Quadros *et al.* (1999).

4.1.2.3.15 Coberturas Fanerozóicas

As coberturas fanerozóicas compreendem sedimentos mais novos que 590 Ma (Coutinho *et al.*, 1997; Vasquez *et al.*, 2000). O Paleozóico está representado pela Bacia do Tapajós, com as Formações Jatuaran e Ipixuna, o Mesozóico pela Formação Alter do Chão (sequência de topo da Bacia Amazônica) e o Cenozóico pelas coberturas lateríticas terciárias, sedimentares fluviais e aluvionares pleistocênicas nesta unidade. Estas coberturas são importantes depósitos de ouro na Província Aurífera do Tapajós, notadamente os aluviões e coluviões, onde a atividade garimpeira foi responsável por grande parte da produção de ouro da região.

4.1.2.4 Caracterização estrutural e controle de mineralização

Devido a 90% da área possuir densa cobertura vegetal e quase 60% ser coberta por saprolito a interpretação estrutural da mesma foi baseada em geofísica aérea (Buks Lubbe – Interpretação aerogeofísica – Coringa), imagem de satélite Ikonos e visita a garimpos e observações de testemunho de sondagem (Telluris Consulting – Revisão Estrutural de campo dos prospectos Cuiú-Cuiú e Coringa, Pará, Brasil).

A mineralização aurífera na região do Coringa consiste de uma série de veios de quartzo poli metálicos formados ao longo de trends NW a NNW no contato entre granitos e riolitos feldspáticos, não foliados, relativamente frescos.

O trend regional 310° Az é constante em toda a área de estudo. Estas estruturas regionais são interpretadas como falhas transcorrentes com sentido de movimento dextral. A mineralização principal no Coringa está associada com falhas de direção 345° Az, relacionadas ao trend regional 310° Az e podem ser interpretadas como cisalhamentos R (Riedel). Ambas direções (310° e 345° Az) são cortadas por estruturas mais jovens de direção geral E-W. Por fim existe um conjunto de estruturas N-S que podem ser interpretadas como falhas, mas que também podem representar contatos (granitos intrusivos / riolitos). Estas estruturas são contadas pelas E-W e pelas falhas de trend regional 310° Az. As estruturas N-S são interpretadas como sendo as mais antigas da área de estudo.

Apesar da principal estrutura interpretada no Coringa, definir um lineamento arqueado atravessando a área do prospecto, as anomalias de ouro ocorrem mais como um lineamento retilíneo, com sentido de movimento de falha ligeiramente horário a direcional. Em algumas cavas de garimpos o trend principal NW de falhas/veios mineralizados tendem a ser sub-verticais, o que implica que são originários de estruturas predominantemente transcorrentes. De modo geral os locais dos garimpos menores sugerem que o corredor estrutural do Coringa foi desenvolvido como um sistema cisalhante dextral.

A natureza dos veios (Figura 4.1-3 e Figura 4.1-4) e a falta de teores em grande parte do quartzo que não é preenchido por sulfeto, sugere que representam um evento pré-

mineralização, não relacionado a este, ou mais provavelmente reflete, pulsos iniciais de alta temperatura do sistema hidrotermal. O progresso da venulação provavelmente tendeu a formar zonas de abertura em regiões de movimentação horárias, que foram repetidamente reativadas e cisalhadas durante a prolongada evolução da zona de falha.



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Figura 4.1-3 - Texturas de veios e alteração na região do Coringa.



a) Deformação rúptil, venulação de quartzo e incipiente alteração sericitica em riolito porfiro COR-DDH-5.



b) Clástos de riolito intensamente sericitizado em qtz com mineralização de Au e metal base COR DDH - 5.



c) Quartzo eudral e sulfeto maciço COR DDH - 5



d) Quartzo eudral e pirita COR DDH - 5.



e) Veios de quartzo branco e sulfetados cortando riolito pervasivamente silicificado COR DDH - 98.





CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



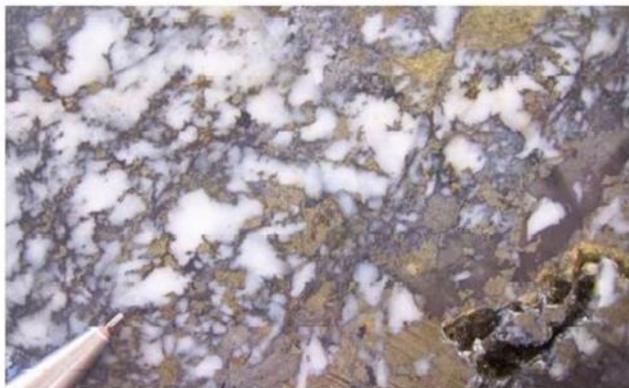
Figura 4.1-4 - Texturas de veios no Coringa.



a) Veio de qtzó possante com textura pente e tardios sulfetos intersticiais (sem alt. sericítica) COR DDH - 59.



b) Cavidade diagonal em riolito silicificado fraturado com qtzó eudral nas paredes de fratura COR DDH - 48.



c) Sulfetos de metais base preenchendo fraturas e vazios em quartzo deformado COR DDH - 62.



d) Deformação penetrativa (durchbewegung) em veio de sulfeto maciço cisalhado COR DDH - 62.



Os primeiros veios possantes devem ter sido contemporâneos a alteração das rochas hospedeiras, especialmente o riolito, que tornou as rochas ao longo da zona de falha, mais propensas à deformação dútil, resultando num stockwork de venulação muito fina e brechas jigsaw-fit. Este estágio inicial de progressiva alteração foi sobreposto por alteração sericítica retrograda devido ao resfriamento e/ou mistura de fluidos que enfraqueceram a zona de falha principal pela substituição das fases feldspáticas das rochas encaixantes. Sulfetos maciços hospedados por drusas de quartzo preliminares, com alguma associação a fases de ganga, sugerem que alguns dos fluidos hidrotermais eram densas salmouras magmáticas que fluíram prioritariamente a influxos de grande escala de águas superficiais oxidadas e mais frias no início da alteração retrograda e mineralização.

4.1.2.5 Modelo Estrutural

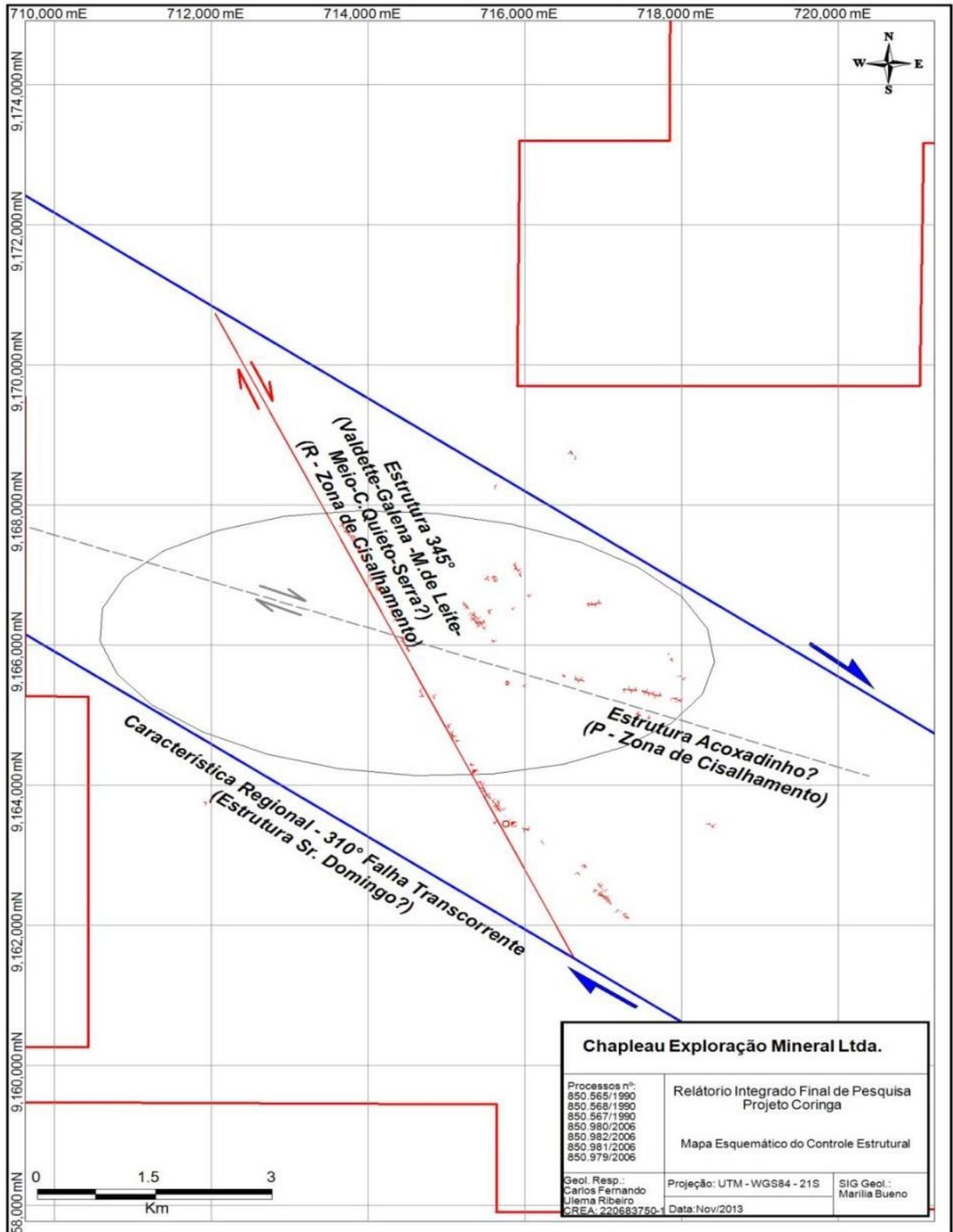
Apesar do trend 310° Az representar a principal estrututuração da área de estudo, a maior parte das estruturas mineralizadas se apresenta em strikes de 345° Az. O fato dos veios estarem dispostos com mergulhos verticais a subverticais (75 a 90°) sugerem que os mesmos são originalmente estruturas de caráter transcorrente (Figura 4.1-5).

Um dos modelos estruturais propostos pela Telluris Consulting explica que uma lente de mineralização é compreendida pela zona Come Quietto – Meio - Demétrio com a estrutura Serra-Galena-Valdette como outro corredor sub-paralelo ao norte. As anomalias de ouro para o sul do Come Quietto podem ter capturado uma pequena parte de outra estrutura tensional que também se encontra oblíqua ao trend de falha NNW.

A possibilidade mais aceita é que as zonas Serra e Demétrio são estruturas sub-paralelas que mergulham em direção à estrutura principal do centro, configurando estrutura de flor positiva, desenvolvida sob regime de cisalhamento transpressional dextral. No entanto, este modelo não explica por que estas duas zonas paralelas têm limitada extensão em strike. Segundo este modelo a principal zona mineralizada do Coringa teria sido desenvolvida sobre cisalhamento R (Riedel) evidenciado por falha transcorrente de direção geral 310° Az. A movimentação lateral da estrutura criou jogs de dilatação formando espaços abertos. Isto pode ser visto em escala de detalhe na Zona Meio.

As zonas Valdette, Galena, Mãe de Leite, Meio, Come Quietto, Serra e Demétrio descansam sobre cisalhamentos R, enquanto a zona Domingos aparenta está localizada sobre transcorrência com direção geral 310° Az (estrututuração regional).

Figura 4.1-5 - Mapa esquemático de controle estrutural.



4.1.2.6 Alteração hidrotermal e mineralização

4.1.2.6.1 Aspectos Gerais

Os fluidos mineralizantes no Coringa geraram veios de quartzo maciços a brechados com assembleias de alteração nas rochas encaixantes (riolitos e granitos) típicas de outros depósitos conhecidos na região Tapajós. Os veios mineralizados estão rodeados por zonas de alteração nas paredes das encaixantes que não são texturalmente destrutivas e consistem de uma alteração clorita - hematite distal e uma assembléia de alteração proximal de sericita - pirita (Veja Figura 4.1-6).

A alteração clorita - hematita pode atingir 10 metros de espessura no granito e até 50 metros nos riolitos, onde envolvem múltiplas venulas ou veios de quartzo. A alteração sericita - pirita pode chegar a 0,5 m em granitos, e 1 m nos riolitos. Não há nenhuma relação aparente entre a largura dos veios e a largura da alteração. Existem veios de 15 cm com 1 m de alteração sericítica e veios de 1,5 m, com 10 cm de alteração sericítica. Observações semelhantes estendem-se à alteração clorita - hematita.

Figura 4.1-6 - Zona de brecha com alteração sericítica proximal em relação ao veio mineralizado e alteração clorita/hematita distal.



Em ambas as rochas hospedeiras granitos e riolitos, o feldspato é fortemente alterado pervasivamente para sericita. Calcita também existe como mineral de alteração, principalmente nas fraturas. Chlorite aparece em vênulas.

A alteração no riolito é mais forte, com um halo mais amplo. No granito a alteração sericítica tem poucos centímetros de largura, como visto na Figura 4.1-7.

Figura 4.1-7 - Fraca alteração sericítica na borda de veio de quartzo mineralizado encaixado em granito.



A sericitização aparece como uma cor verde pálido e afeta principalmente a sanidina e cristais de plagioclásio. O mineral também aparece em veios com minerais de alteração como o quartzo e clorita (ver Figura 4.1-8).

Figura 4.1-8 - Alteração sericítica no riolito.



Também é comum ver a matriz escura do riolito tornar-se uma cor avermelhada quando alterados, como resultado da coloração dos cristais de plagioclásio por hematita microcristalina (Veja Figura 4.1-9).

Figura 4.1-9 - Forte coloração avermelhada de riolito evidenciada pela presença de hematita microcristalina.



4.1.2.6.2 Mineralização

Como discutido anteriormente as mineralizações auríferas no Coringa estão associadas a sistemas de veios de quartzo sulfetados associados a zonas de cisalhamento. A orientação das estruturas varia de 310° Az a 345° Az. Seus mergulhos variam de 75° para nordeste a 85° para sudoeste. Cisalhamentos mineralizados variam de poucos centímetros de espessura a 4 m em veios e até 15 m em zonas mineralizadas em parão stockwork ou sheeted veins. O sistema de veios do Coringa é hospedado por riolitos e granitos. Afloramentos de zonas de cisalhamento e/ou veios mineralizados são raros.

O sistema mineralizado do Coringa ocorre segundo uma orientação Norte – Nordeste / sul-sudeste, em granitos da Suite Maloquinha e riolitos da Formação Salustiano pertencente ao Grupo Iri. O sistema apresenta uma típica morfologia de veios lenticulares hospedados em zonas de cisalhamento, com três tipos de veios, extensional (zona Galena-Mãe de Leite, zona Serra e Come Quietos), preenchimento de fraturas (Zona Meio) e stockwork/sheeted veins (zonas Valdetete, Demétrio e Domingo).

As mineralizações de alto teor no Coringa são restritas aos ore shoots. A exata localização, tamanho e profundidade destes ore shoots ainda não são claras. Nas zonas Serra e Meio os ore shoots parecem ter um plaging de 70° para o sul e em todas as zonas mineralizadas estão abertos em profundidade.

Os teores de ouro variam entre 1 a 230,5 ppm e têm uma correlação positiva com as porcentagens de sulfetos no minério (ver Figura 4.1-10 e Figura 4.1-11). A razão de ouro e metais base variam entre as zonas mineralizadas (Relatório de Petrografia, CLM Petrografia Ltda., 2007) como mostrado na Tabela 4.1-1.

Tabela 4.1-1 - Razões de ouro e metais base nas zonas mineralizadas.

Zona	Ag: Au	Cu: Au	Pb: Au	Zn: Au
Galena	1.7	172	996	1595
Serra	3.35	125	343	333
Meio	4.2	232	2700	1845
Come-Quieto	0.4	17	220	76

Figura 4.1-10 - Ouro visível em testemunho de sondagem.

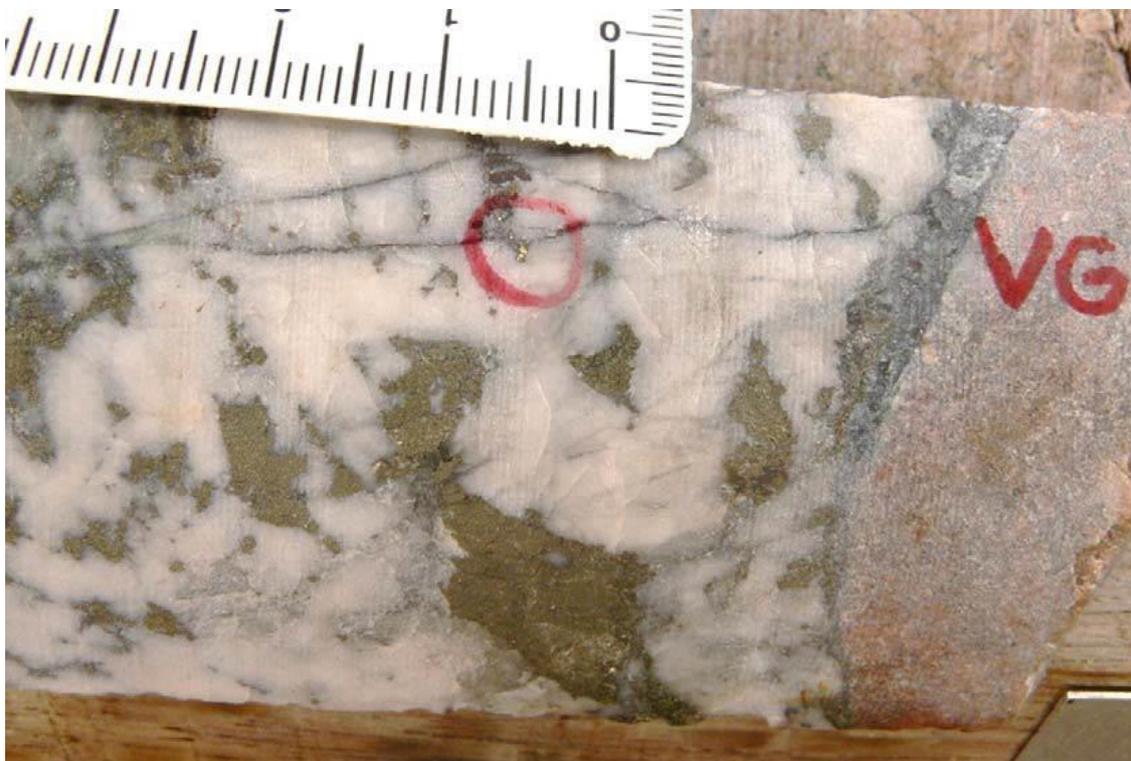
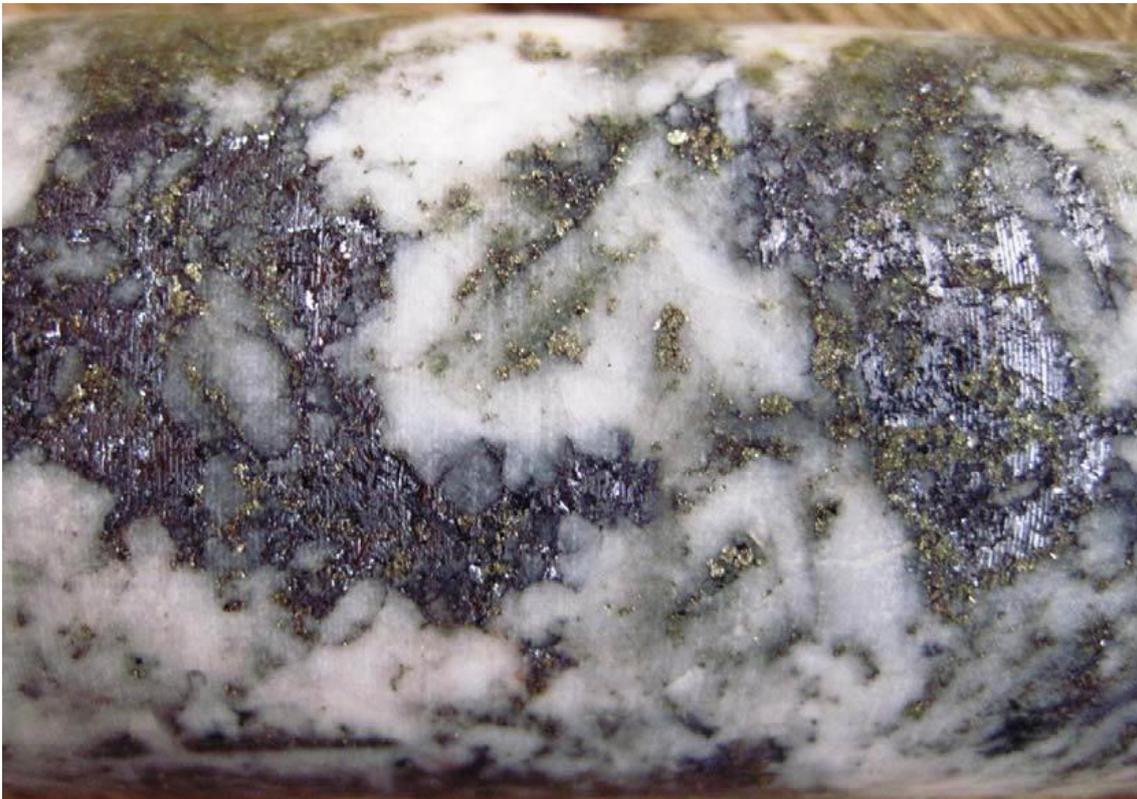


Figura 4.1-11 - Testemunho de sondagem mostrando mineralização sulfetada.



A mineralogia dos veios é simples, embora isto varie de um local para outro. A zona galena compreende veios extensionais que são compostos principalmente constituídos de quartzo (geralmente 60 a 90% em volume) e sulfetos (geralmente 5 a 30% em volume). Pirita, galena e esfalerita e menos importante calcopirita compreendem mais de 90% dos sulfetos.

Os veios extensionais em Serra são de uma composição similar (60 a 90% em volume de quartzo), com uma pequena diferença na porcentagem de sulfetos (geralmente 2 a 20% em volume).

Nos veios de preenchimento de fraturas e falhas da zona Meio, a estrutura principal representa uma brecha hidrotermal com clástos de quartzo em uma matriz cinza rica em quartzo e sulfeto, composta principalmente de galena, esfalerita e pirita (geralmente 3 a 45% em volume), e subordinada quantidade de calcopirita.

Dez unidades diferentes nos domínios mineralizados foram mapeadas e descritas em testemunhos, como apresentados a seguir:

- Veios de quartzo
- Veios de quartzo com metais base
- Veios de quartzo com pirita
- Stockwork com metais base

- Brechas hidrotermais com matriz de metais base
- Brechas hidrotermais com matriz de quartzo cinza
- Alteração sericítica
- Alteração sericítica com metais base
- Alteração clorita-hematita
- Brechas de quartzo com matriz de hematita

● **Estilos de Mineralização e sequencia de paragenese mineral**

O estilo dos veios varia de abertos, bandados a drusa, veios de quartzo com texturas (Serra) a fortemente cisalhados/fraturados e quartzo sulfetados brechados (Meio). Sulfetos de metais base são tardios em relação às fases iniciais de druzas de quartzo, assim como os sulfetos intersticiais a cristais de quartzo hexagonais (ver Figura 4.1-12). Possantes veios de quartzo não mineralizados que não são preenchidos por sulfetos tardios sugerem que esse quartzo representa pré-mineralização não associado a este. (Telluris Consulting – Revisão Estrutural de Campo dos Distritos Cuiú-Cuiú e Coringa).

Figura 4.1-12 - Veio de quartzo com sulfetos de metais base.



A sequência de paragenese mineral foi estabelecida através de estudo petrográfico realizado pela CLM Petrografia Ltda. (2007).

O estudo foi realizado em 21 seções polidas e mostrou a pirita como sulfeto mais frequente, seguido de esfalerita, galena e calcopirita, e uma pequena quantidade de covelita.

Pirita usualmente apresenta-se como cristais euedrais e foi o primeiro sulfeto a se cristalizar na paragênese. Calcopirita agregados euedrais e substitui pirita, o que sugere que sua cristalização é tardia. Esfalerita substitui tanto pirita como calcopirita. Galena foi o último sulfeto a se cristalizar na paragenese e ocorrem substituindo todos os outros sulfetos. Covelita é um produto de alteração da calcopirita.

Ouro nativo foi detectado em sete das vinte e uma seções polidas analisadas, com tamanho variando de 5 a 20 μ , geralmente como inclusão de pirita ou em junção entre pirita e esfalerita, galena ou calcopirita. Uma pequena quantidade de grãos foi detectada diretamente na sílica ou na junção entre sulfeto e sílica. Sessenta e um grãos de ouro nativos foram detectados.

4.1.2.7 Geologia local

No conjunto das áreas dos alvarás nos Alvos diagnosticados foi observado que grande parte da região é sustentada por rochas vulcânicas e vulcanoclástica ácidas como riolitos, riolitos ignimbritos, riodacitos e quartzo-andesitos, mais precisamente na porção NWW, S e SWW destas áreas. Em contrapartida, no extremo norte das áreas e na parte central e leste destas foram mapeados afloramentos de granitos. Este tipo de divisão litológica é caracteristicamente confirmado com os trabalhos de levantamento aerotransportado realizado nas áreas dos requerimentos, vistos com um marcante contraste nos mapas aeromagnéticos e aeroradiométricos.

Mais especificamente, na All grande parte da área é sustentada por rochas vulcânicas. Enquanto os corpos graníticos ocorrem mais na parte nordeste do alvo. Estabelecendo assim uma linha de contato entre os litotipos de NW/SE. Ainda sobre a geologia local do Alvo Mato Velho, em trabalhos de mapeamento geológico na escala 1:10.000, foi mapeado um dique andesítico nas imediações do Morro da Lagresia, cuja direção aparente é NW.

O estudo da petrografia realizada nas rochas da área de influência revelam que ocorrem vulcanoclásticas como Ignimbritos de composição riolítica, sanidina riolitos, sanidina riodacitos (Figura 4.1-13 e Figura 4.1-14), quartzo andesitos, ou seja, litologias típicas do Grupo Iriri (Formação Salustiano e Suíte Intrusiva Maloquinha).

Figura 4.1-13 - Microfoto - Sanidina Riodacito – Furo MVODDH11 (84,80M) – com forte alteração hidrotermal de sericita + clorita + calcita.

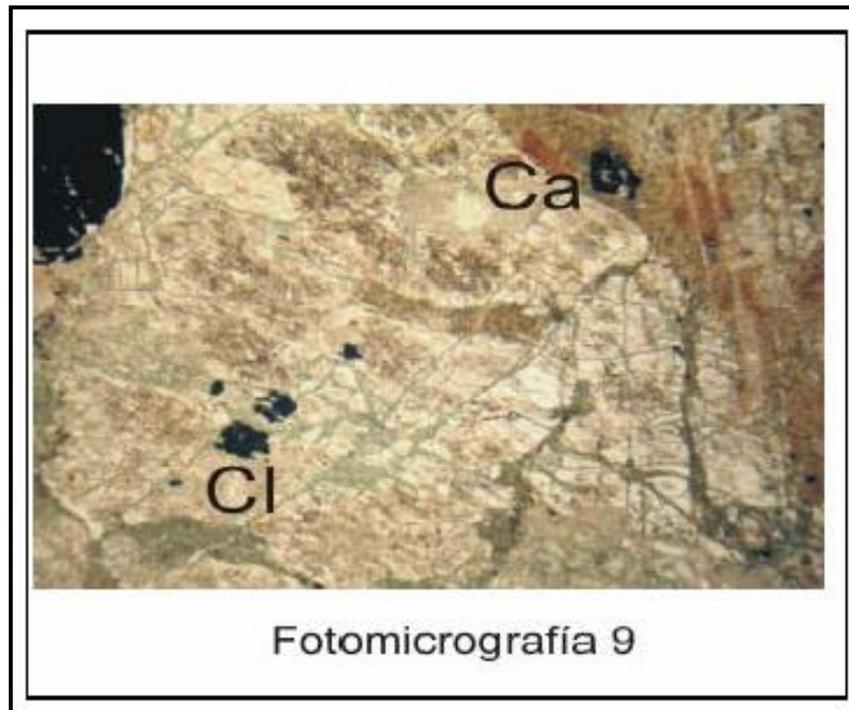
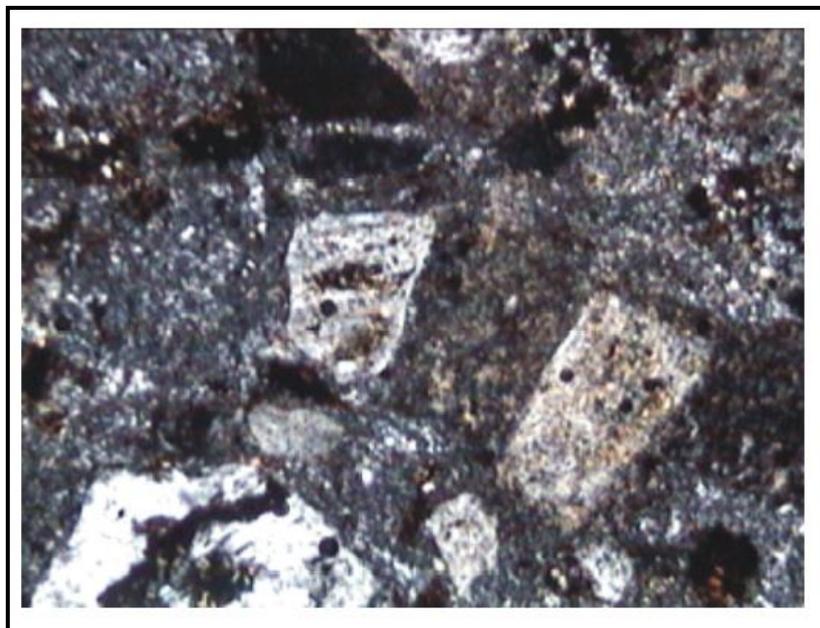


Figura 4.1-14 - Microfoto - Amostra 9456 – textura porfírica aparente de Ignimbrito rico em cristaloclastos contendo fragmentos de rocha e púmice em tubo.



Várias amostras de granitóides em lâmina petrográfica revelaram-se ser Granófiros (Figura 4.1-15) com alteração hidrotermal de sericita + clorita e albitização ao redor de ortoclásio, sugerindo metassomatismo sódico (Figura 4.1-16), e caracterizando a característica intrusiva dessas rochas, típica da Suíte Maloquinha.

Figura 4.1-15 - Microfoto - Granófiro – Quartzo de K-feldspato formando intergranular micrografia – Textura Granofirítica.

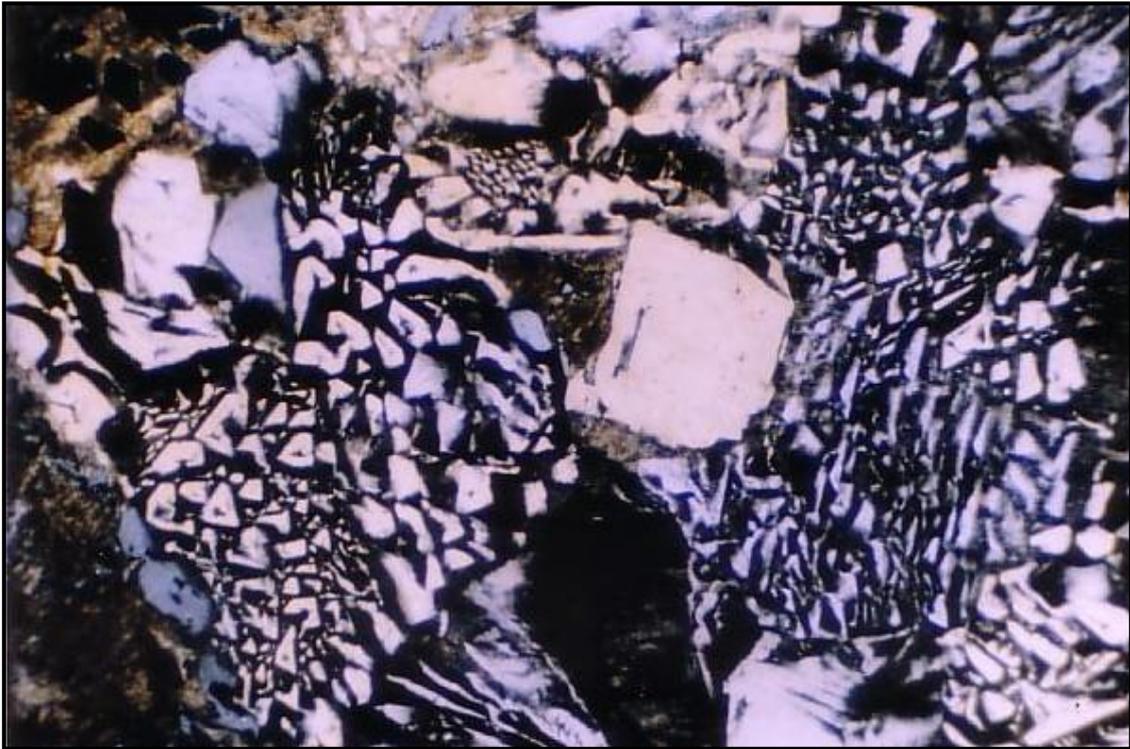
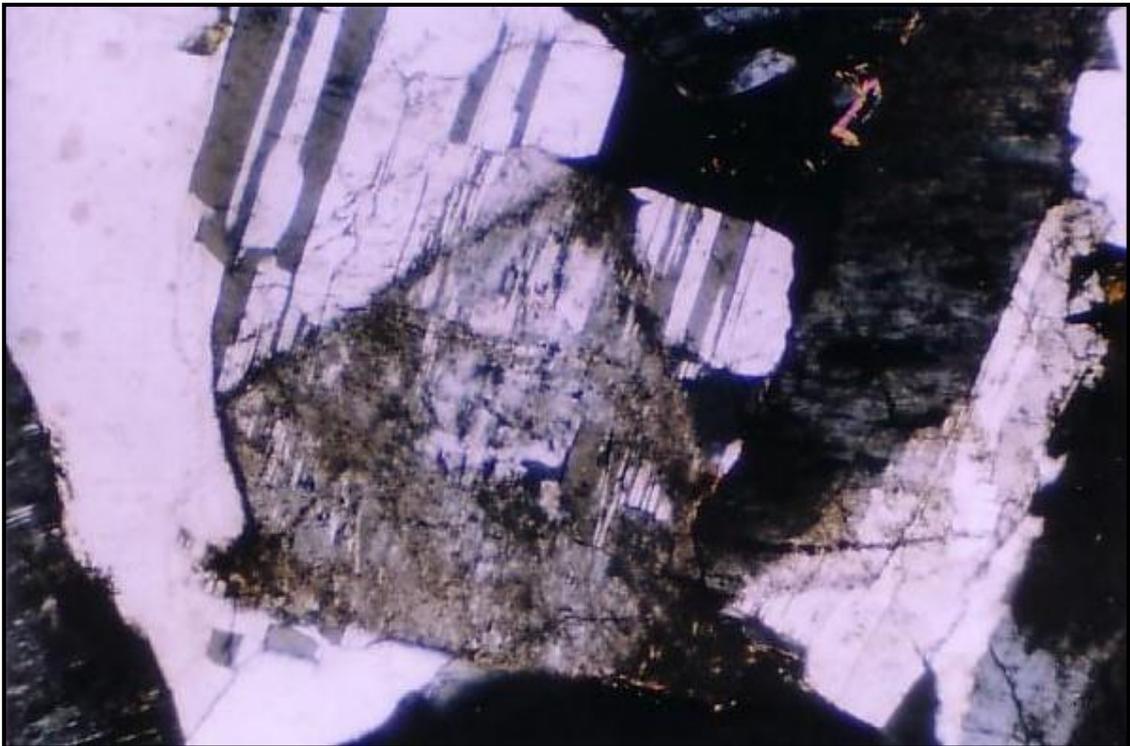


Figura 4.1-16 - Microfoto - Granófiro Alkaligranito – Albita em volta de feldspato aparentemente em substituição, sugerindo metassomatismo sódico.



O mapeamento identificou também 7 zonas de “shear” paralelas cortando essas rochas do Grupo Iriri, de largura entre 1 a 10m e comprimento de várias centenas de metros até 1.400 m, e orientação variável entre N35W a N60W.

Nestas zonas desenvolve-se um forte halo de alteração hidrotermal nas vulcânicas, com sericita, clorita, silicificação, epidoto, calcita e às vezes hematita, e ocorre a colocação de veios de quartzo escuro. Os veios de quartzo são associados a sulfetos, principalmente pirita, calcopirita, às vezes galena, e em menor proporção esfalerita. Às vezes os veios de quartzo são brechóide (Figura 4.1-17).

Figura 4.1-17 - Alteração da vulcânica cisalhada encaixante, com sericita+clorita+hematita, lateral ao veio cinza brechóide com pirita.



A alteração tem característica pervasiva e é claramente identificada nos furos de sondagem pelo esmaecimento da cor da rocha para tons verdes claros pálidos ou avermelhados quando na presença de hematita. Em superfície a sericitização é visível pela intemperização argilosa creme devido à presença de muito caulim. (Figura 4.1-18).

Figura 4.1-18 - Intensa alteração hidrotermal na encaixante vulcânica, com sericitização (caolinizada), silicificação (vênulas de quartzo) e boxworks oxidados de sulfeto (pirita).



A estruturação local segue o padrão dos lineamentos regionais que se estendem por vários quilômetros. Pelo menos 2 destes lineamentos estruturais são coincidentes com anomalias aeromagnéticas na região do empreendimento. Em campo essas estruturas traduzem-se em “shear zones” com até 1,5 km de extensão, várias delas já lavradas pelos garimpeiros no passado e identificadas como Filão da Lagresia (Figura 4.1-19), Filão do Barro, Filão Vermelho, Filão da Lage, Filão Um, Filão Meio da Pista, Filão Cabeceira da Pista, Filão da Grota Seca, todos dispostos ao longo de estruturas com direção N35W e N60W.

Figura 4.1-19 - Estrutura na cava Lagresia – Veios de quartzo sulfetados encaixados em vulcânica fortemente alterada, com presença de foliação cataclástica.

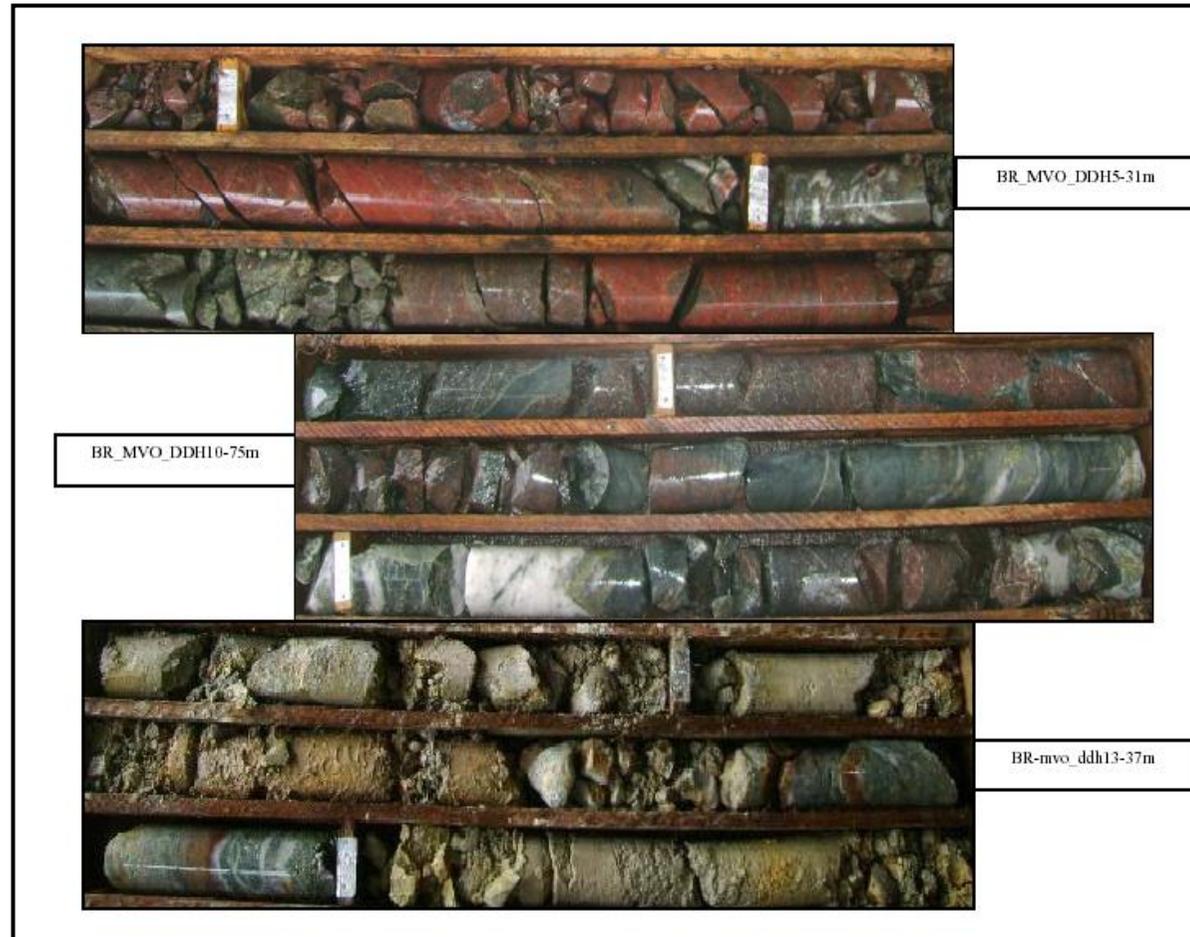


As **mineralizações** encontradas até agora são restritas as zonas de shear, concentrando-se principalmente nos veios de quartzo acinzentados (Figura 4.1-20) e em menor expressão na zona de alteração hidrotermal. É uma mineralização sulfetada com ouro, associada à prata e com alguma quantidade de cobre, anômala, mas não significativa. Os sulfetos são principalmente pirita disseminada ou em massas, calcopirita, galena e esfalerita em menor quantidade (Figura 4.1-21).

Figura 4.1-20 - Típicos veios de quartzo escuro, com massas de pirita e óxidos.



Figura 4.1-21 - Mineralização em furos de sondagem – Silicificação e veios de quartzo com pirita, com encaixante fraturada ou brechada com alteração hidrotermal de sericita + clorita e hematita as vezes.



Os estudos da petrografia realizada nas rochas mapeadas dentro da área no Alvo Coringa revelam que ocorrem rochas vulcânicas (riolito, riolito álcali-feldspática) e granitos, ou seja, litologias típicas do Grupo Iriri (Formação Salustiano e Suíte Intrusiva Maloquinha).

Desta maneira, descrevemos que a geologia no Alvo Coringa é apresentada por corpos intrusivos que muitas vezes são vistos de forma circular; estes corpos circulares são expressões graníticas, da Suíte intrusiva Maloquinha. Na descrição macroscópica estes granitos tem uma textura granular típica, de coloração rósea, com a presença abundante de feldspato e cristais de quartzo. Na descrição de lâmina delgada, o granito tem uma textura hipidiomórfica, com quartzo (40%) e feldspato (55%) ambos intercrescidos (Figura 4.1-22). Destacamos que em campo, durante o mapeamento geológico, os granitos apresentam uma característica cuja suas elevações topográficas apresentam-se arredondadas (Figura 4.1-23).

Figura 4.1-22 - Microfoto - cristais de quartzo que forma a textura gráfica em granitos.

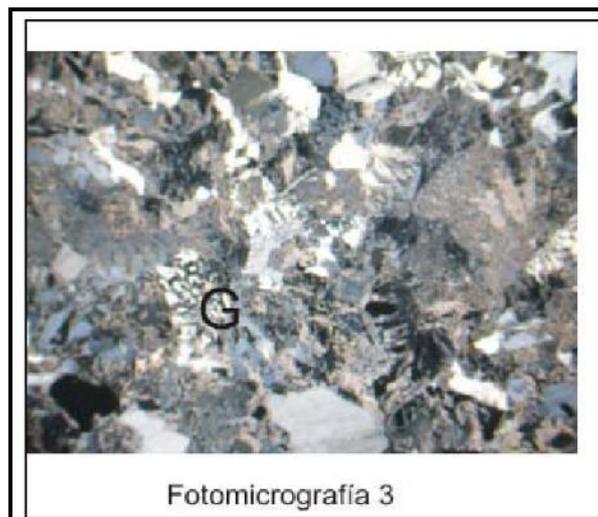


Figura 4.1-23 - Afloramento de granito.



Recobrando as intrusões graníticas temos os riolitos. A rocha riolítica apresenta uma textura típica porfirítica, com fenocristais de plagioclásios em uma matriz afanítica escura. A composição desta rocha é apresentada com mais de 75% de cristais de sanidina, podendo ter em algumas amostras 50% de sanidina, e 30% de plagioclásio, numa matriz formada por pequenos cristais de quartzo. A Biotita é presente em menor percentagem, menos que 5%, e é normalmente alterada para clorita durante o processo de alteração hidrotermal. A matriz afanítica escura passa-me para a cor avermelhada quando a rocha está no halo de alteração hidrotermal e perto das estruturas filonianas; o riolito é fortemente magnético (Figura 4.1-24, Figura 4.1-25 e Figura 4.1-26).

Figura 4.1-24 - Riolito porfirítico.

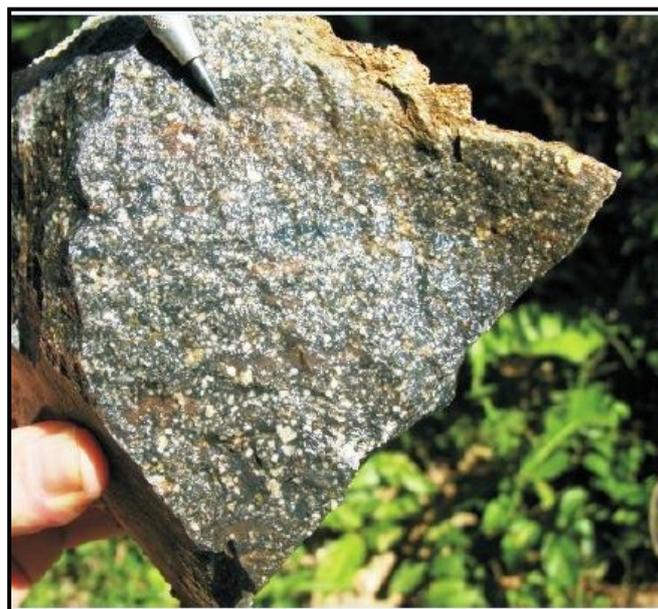


Figura 4.1-25 - Afloramentos de rocha vulcânica ácidas do Grupo Iri.



Figura 4.1-26 - Riolito com alteração e riolito porfirítico mapeadas nas áreas dos Alvos.



Cortando essas unidades desenvolvem-se estruturas de orientação NW/SE por onde se desenvolveu zonas de shear e colocam-se veios de quartzo sulfetados e brechas sulfetadas, com o desenvolvimento de halos de alteração hidrotermal com sericitização + silicificação + clorita e também hematita. Calcita pode ocorrer em fraturas. A alteração tem característica pervasiva e é muito mais forte nas rochas vulcânicas (vários metros) que nos granitos (decimétrica). Ela é claramente identificada pelo esmaecimento da cor da rocha para tons verdes claros pálidos. A sericitização é intensa nos plagioclásios e sanidina. Clorita ocorre principalmente em finos “veinlets”, juntamente com quartzo. Hematita ocorre com a silicificação (Figura 4.1-27).

Figura 4.1-27 - Testemunho de sondagem caracterizando o minério tipo brecha e alteração hidrotermal.



Estas estruturas locais seguem a orientação de lineamentos regionais que se estendem por vários quilômetros. Pelo menos 4 destes lineamentos estruturais são coincidentes com anomalias aeromagnéticas na região do Coringa.

As “shear zones” identificadas em campo são quilométricas, já sendo mapeadas com até 7,5 km de extensão, variando de largura entre 1,0 m até 10m. Essa principal “Shear zone” foi intensamente garimpada no passado em filões nomeados como Filão do Vessa, Filão Galena, Filão do Boca, Filão do Juara, Filão Mãe de Leite, Filão do Bravo, Filão do Escorpião, Filão da Pedra Dura, Filão do Guaxebinha, Filão do Meio, Filão da Onça, Filão do Paraná e Filão do Come Quietto, todos dispostos ao longo da estrutura de direção N20W, neste relatório nomeada como Estrutura Galena/Come-Quietto. Os trabalhos de Geofísica terrestre – IP e a sondagem já realizada mostram uma muito boa continuidade destes veios de quartzo, eventualmente ocorrendo muito brechados. Em geral o mergulho da estrutura é de 70°- 85°NE.

Paralela a essa estrutura principal e a nordeste dela, ocorre a Estrutura da Serra já delimitada em 800 metros, com indicações de continuidade por anomalia de IP ao longo de mais 800 metros.

Outras estruturas já mapeadas, porém, de menor extensão são a do Fofão (150 metros aflorante), da Pista (180 metros aflorante), e Marimbondo.

Também ocorre uma segunda orientação estrutural por onde se desenvolvem mineralizações auríferas, porém com menos intensidade e frequência, com direção N80W, também objeto de garimpos de ouro em veio de quartzo no passado. A principal estrutura tem 4 km de extensão, nomeada de Fome-Zero/Acoxadinho.

As **mineralizações** encontradas até agora são restritas as zonas de shear, concentrando-se principalmente nos veios de quartzo e em menor expressão na zona de alteração hidrotermal. É uma mineralização polimetálica onde ocorre ouro, prata,

chumbo, zinco e cobre, associados a sulfetos tipo Pirita + Galena + Esfalerita > Calcopirita. (Figura 4.1-28 e Figura 4.1-29).

Figura 4.1-28 - Tipo de minério no Alvo Coringa. Sulfeto maciço com pirita, calcopirita, galena esfarelita, azurita e malaquita.



Figura 4.1-29 - Estrutura que controla a mineralização no Alvo Coringa – Sul do Bloco Come-Quieto.



Os trabalhos de sondagem rotativa, e a correlação com as anomalias de IP, mostram que a mineralização tem zonas de ore-shoots com altíssimos teores de Au, Pb, Ag e Zn, “plungeados” e com uma interessante e positiva correlação dos teores de ouro com os maiores valores de cargabilidade do levantamento de IP. A característica do minério é variável conforme o estilo de deformação. O minério do bloco Galena, por exemplo, ocorre principalmente na forma de veio bandado, com níveis alternados de sulfetos e bandas centimétricos de quartzo. Já no trecho do Meio, o minério é brechóide com sulfetos na matriz e com alguns clastos de quartzo de tamanho milimétrico, a centimétrico, apresentando uma foliação incipiente. Também ocorrem níveis de sulfeto maciço de espessura decimétrica.

O **Ouro** identificado em estudo de seções polidas ocorre incluso principalmente na pirita ou na junção entre pirita e esfalerita, galena ou calcopirita. Uma pequena quantidade de grãos foram detectados na ganga de sílica ou na junção entre a ganga silicatada e sulfetos. O tamanho dos grãos varia entre 5 μ – 220 μ . (Figura 4.1-30 e Figura 4.1-31).

Figura 4.1-30 - Microfoto - Ouro Nativo (Au) intergranulado com galena (g) e incluso em pirita (Py). Galena em volta da pirita. Amostra DS0028828, Furo DDH 17, 200X, Luz refletida plana.

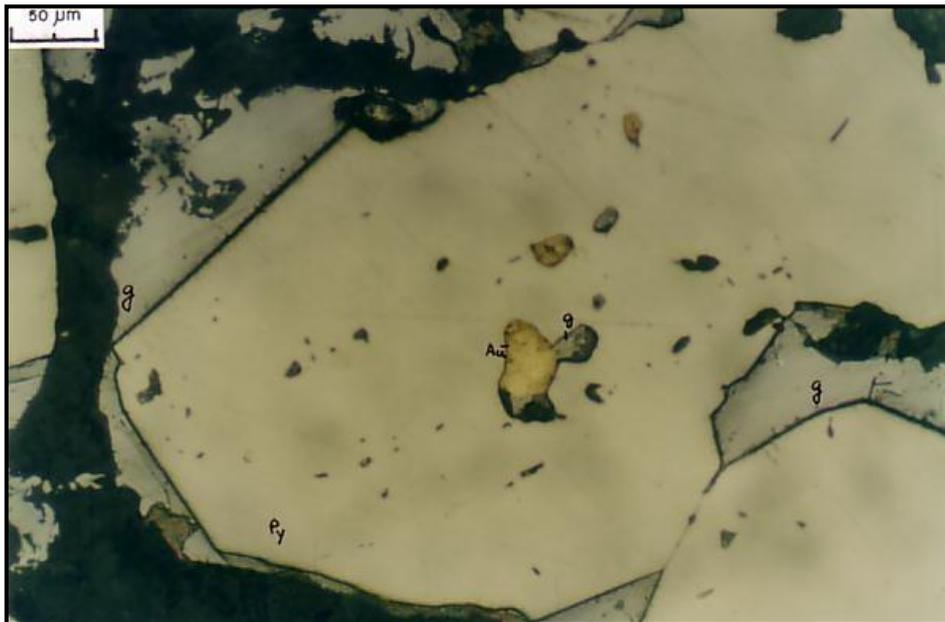
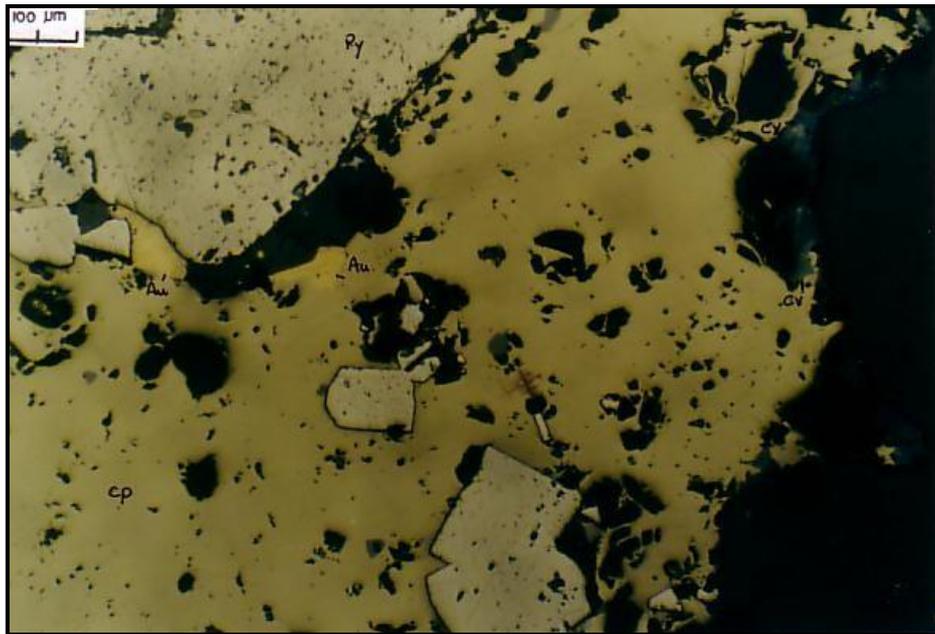


Figura 4.1-31 - Microfoto - Dois grãos de Ouro Nativo (Au) em calcopirita (cp), um deles na junção com a pirita(py) e outro na junção com mineral transparente (preto). Covelita (cv) em volta da calcopirita. Amostra DS0021238, 100X, luz refletida plana.



Nos dois Alvos do prospecto os saprolitos das rochas constituintes são facilmente distintos uma da outra. Na parte das rochas vulcânicas a rocha saprolítica apresenta-se de coloração marrom avermelhada com uma textura argilo-arenosa; e a rocha saprolítica na parte granítica é mais arenosa, com presença de pequenos grãos de quartzo.

Agregando novos dados geológicos e sobre o estudo da mineralização de ouro nas áreas dos Alvos do prospecto, a Empresa Chapleau Exploração Mineral Ltda., em parceria com o Instituto de Geociências da USP - Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais deu-se início em meados de 2012 um trabalho de doutorado com a finalidade de estudar as caracterizações petrográfica, geoquímica, geocronológica e da gênese da mineralização na porção Sul da Província Aurífera do Tapajós. Este trabalho, ainda em andamento, realizou um sistemático trabalho de campo com mapeamento geológico e o estudo de alguns testemunhos de sondagem.

Deste modo, segundo Tokashiki *et.al.*, 2013, foram identificados diversos litotipos vulcânicos e vulcanoclásticos, bom como sub-vulcânicos (pórfiros) e de granitos nas áreas dos Alvos. Corpos graníticos foram mapeados nas áreas e assim definidos como Granito I e Granito II. Sendo o Granito I de cor rosa, granulação grossa, textura inequigranular. E o Granito II de cor rosa-alaranjado, granulação fina, inequigranular a levemente porfiritico. Identificou-se em campo que próximo e ao redor do granito tipo I afloram riolitos pórfiros. Outro tipo de riolito que aflora das áreas dos Alvos é de coloração vermelho-acastanhado também pórfiro, este riolito apresenta abundantes lithophysae, muitas vezes intensamente transformados pelas alterações hidrotermais que neste litotipo é predominantemente sericítica.

As rochas vulcanoclásticas são muito abundantes na área, dentre as quais predominam brechas e lãpili tufos com fragmentos dos riolitos, bem como de rochas

hidrotermalizadas (Figura 4.1-32). Muitas vezes amostras que parecem ser em campo riolitos mostram-se em cortes e em lâminas serem de fato rochas vulcanoclásticas. As texturas e as formas de ocorrência sugerem que parte das rochas vulcanoclásticas podem ser brechas hidrotermais de conduto. (Figura 4.1-33B/D/G).

Figura 4.1-32- Rochas vulcanoclástica mapeadas nos Alvos.

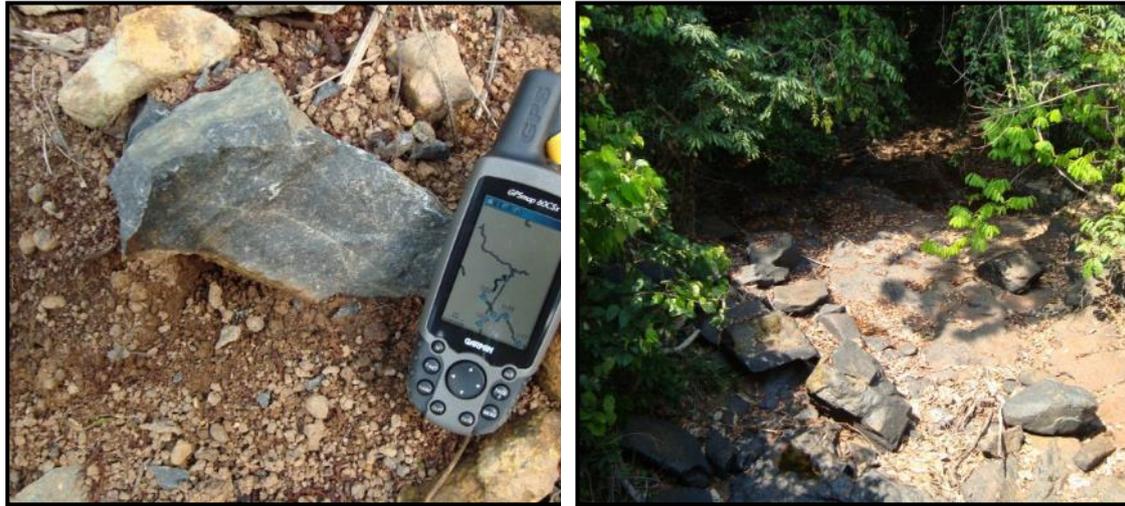
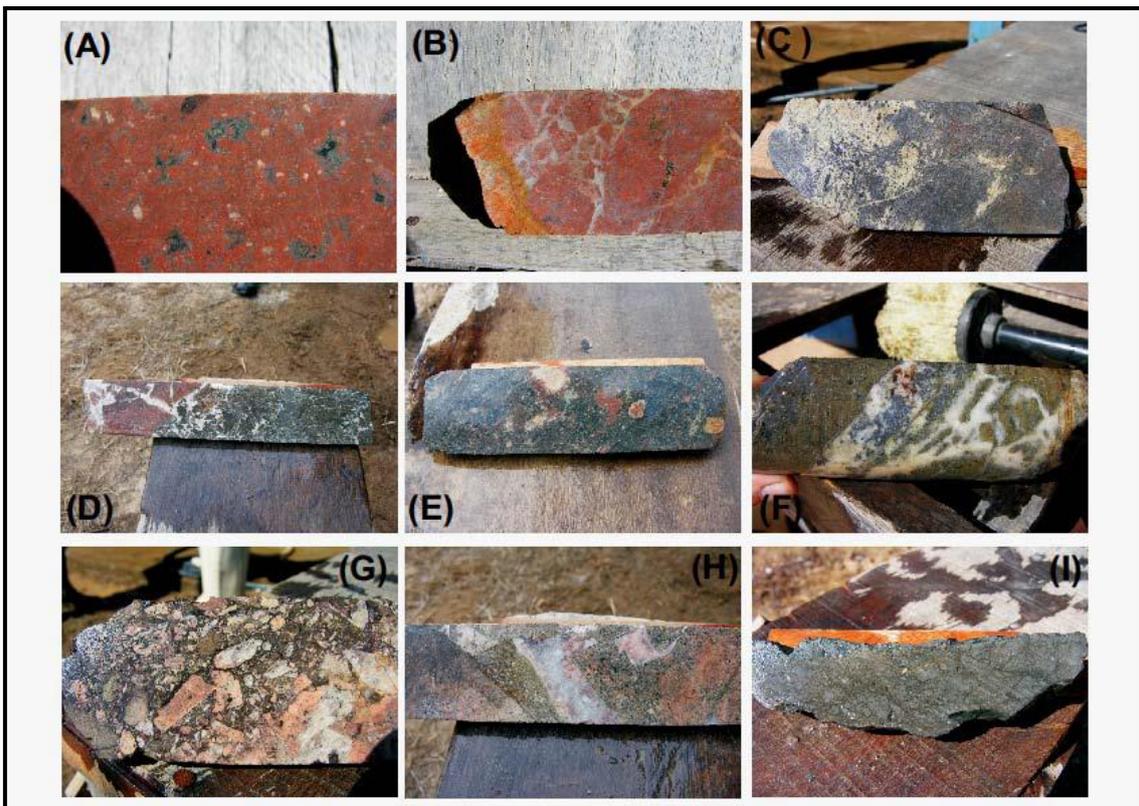


Figura 4.1-33 - (A) Aspecto de um riolito com forte metassomatismo potássico com feldspato potássico que oblitera quase que totalmente os lithophysaes; (B) Detalhe de uma brecha possivelmente hidrotermal muito rasa, com preenchimento por material silicoso; (C) Andesito intensamente sericitizado e argilizado; (D) Zona de brecha rúptil cimentada por carbonatos; (E) Zona de alteração sericítica em lápili-tufos com clastos de riolito, alguns previamente hidrotermalizados; (F) Riolito propilitizado e cloritizado, com veio com pirita e galena predominantes. As cores marrons esverdeadas nas bordas são devidas a uma intensa alteração sericítica; (G) Zona de brecha em riolito vermelho. Notar a presença de fragmentos com alteração hidrotermal variada, indicada pelas diferentes cores, (H) Vulcanoclástica com alteração argílica com veios bandados de quartzo na parte interna; (I) Material carbonoso sulfetado presente em zonas com intensa alteração argílica e com carbonatização. (Tokashiki et.al., 2013).



Datações U-Pb SHRIMP IIe em zircão de litotipos vulcânicos e intrusivos foram realizadas no Laboratório de Geocronologia de Alta Resolução da Universidade de São Paulo. Diferentes corpos do Riolito I (Riolito negro), com rochas vulcanoclásticas associadas, resultaram em idades de 1966 \pm 6,3 Ma (CO-26b), 1967 \pm 6,6 Ma (CO-15a), 1970 \pm 20 Ma (CO-13) e 1975 \pm 5,3 Ma (CO-17). O Riolito II (Riolito vermelho) foi datado em 1966 \pm 22 Ma (CO-68c). Três granitos apresentaram diferentes idades, pelo mesmo método, de 1956 \pm 19 Ma (CO-47a), 1959 \pm 25 Ma (CO-04) e 1980 \pm 15 Ma (CO-37), sendo os dois últimos petrograficamente muito semelhantes. Dois pórfiros, macroscopicamente idênticos, apresentaram idades de 1959 \pm 5,5Ma (CO-59a) e 1980 \pm 6,6 Ma (CO-58c). Idades mais antigas, de 2023 \pm 30 Ma (CO-69b) e 2123 \pm 86 Ma (CO-69a), foram definidas para os tonalitos do embasamento, idades essas semelhantes às de cristais de zircão detríticos da Formação Jacareacanga (Almeida et al. 2000, Ferreira et al. 2000, Klein & Vasquez 2000), (Figura 4.1-34).

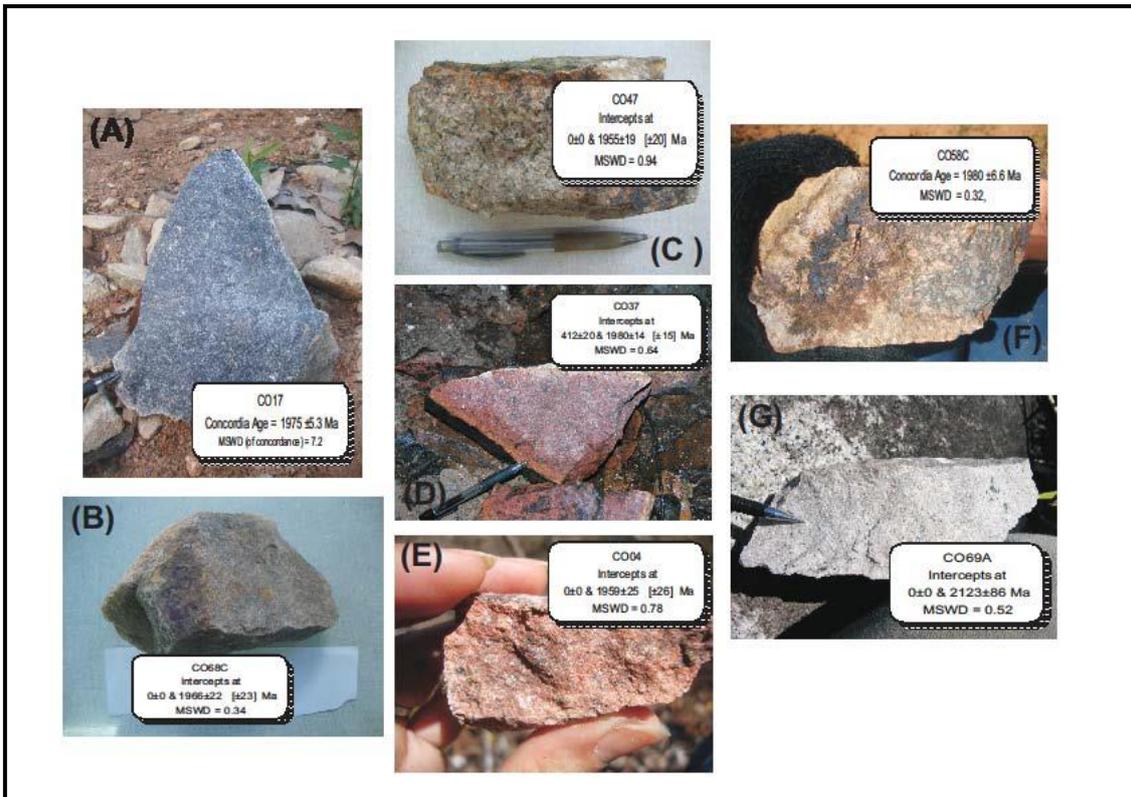
Figura 4.1-34 - Amostras datadas com suas respectivas idades: (A) Riolito I, (B) Riolito II, (C) Granito I, (D) Granito II, (E) Granito III, (F) Pórfiro, (G) Tonalito. (Tokashiki et al., 2013).



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

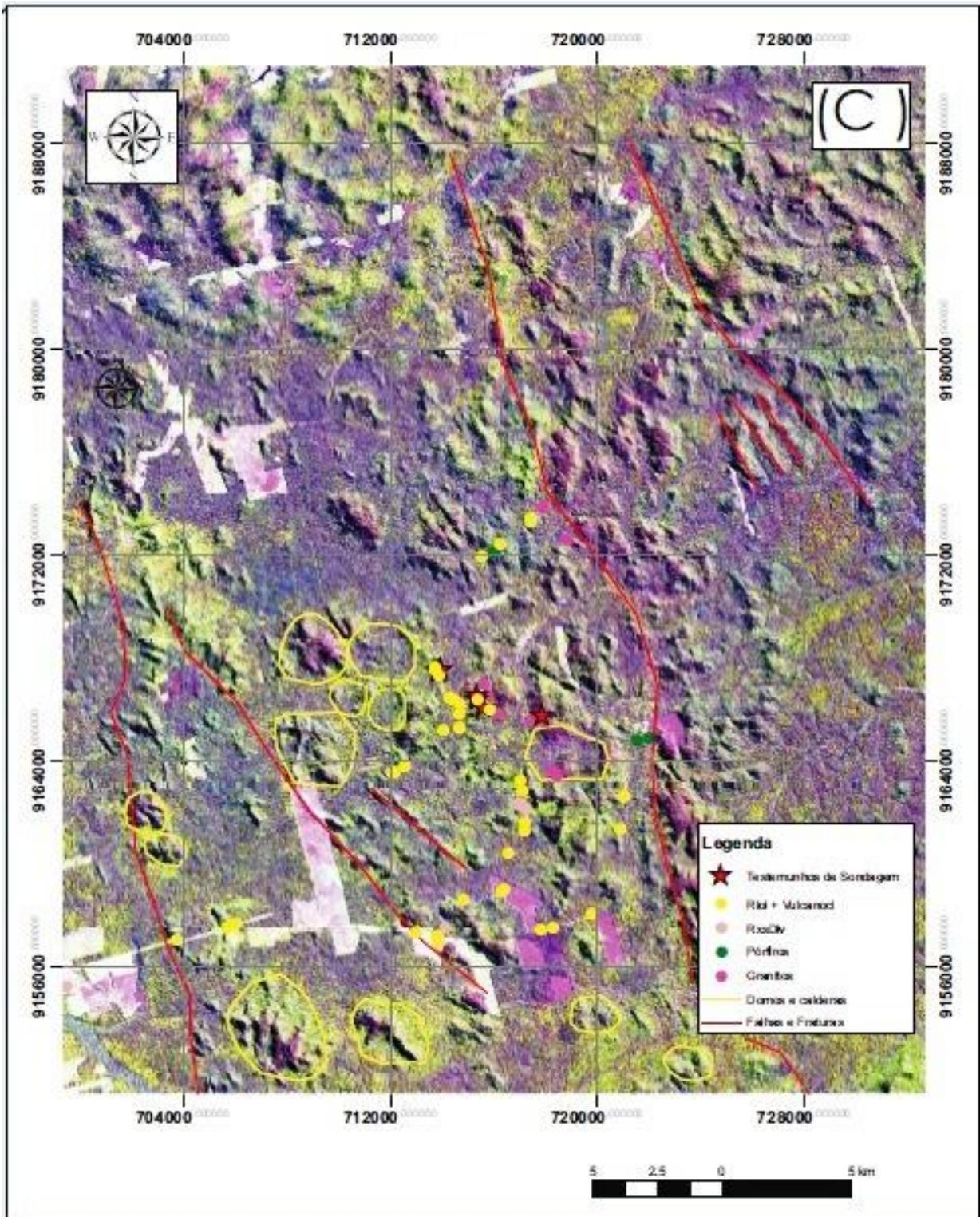


E até o momento, Tokashiki *et al.*, 2013 considera que a caracterização de domos vulcânicos identificados na área dos Alvos é constituída por riolitos com idades de cristalização de 1,97 Ga, além de granitos e pórfiros originados em diferentes eventos em 1,98 Ga e 1,96 Ga revelam a presença de rochas vinculadas à Suíte Intrusiva Creporizão, até então não descritas na área (Figura 4.1-35 e Figura 4.1-36).

A associação especial das mineralizações auríferas como os domos vulcânicos e com diques radiados e anelares de brechas fortemente hidrotermalizadas, assim como os tipos de alteração hidrotermal potássica, propilítica e sericítica e, mais subordinadamente, argílica identificados nas rochas vulcânicas e vulcanoclásticas sugerem uma origem magmático-hidrotermal para a geração de sistemas hidrotermais polifásicos e rasos. A presença de cristais de feldspatos hidrotermais com hábito pseudo-ortorrômbicos, característicos da adularia, assim como a presença de carbonatos manganésiferos, sugere relação genética das mineralizações com subsistemas epitermais *intermediate-sulfidation*, ou evoluções dos fluidos oscilando entre os tipos *low-* e *intermediate-sulfidation*.

Zonas de alteração sericítica e argílica muito intensas em granitos da área, bem como a relação genética existente entre as mineralizações epitermais e unidade vulcânicas, sugerem uma extensão do potencial da Província Aurífera do Tapajós para ocorrência de pórfiros de metais de base e preciosos, com pelo menos duas épocas metalogenéticas, uma ao redor de 1,88 Ga, previamente caracterizada por Juliani *et al* (2005), e outra em aproximadamente a 1,97 a 1,96 Ga caracterizada nesse estudo.

Figura 4.1-35 - Mapa de pontos mapeados nas áreas dos Alvos. (Tokashiki et.al., 2013).



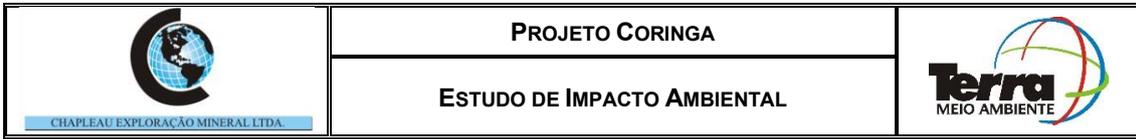


Figura 4.1-36 - Mapa Geológico.

FIGURA EM A3

4.1.3 PEDOLOGIA

4.1.3.1 Apresentação

O presente trabalho teve por objetivo reunir dados e informações para caracterização, mapeamento e a avaliação dos solos identificados na área de influência do empreendimento, realizando um diagnóstico que servirá como subsídio para comparação futura, ou como base para esquematização de linhas de ação ou tomada de decisões para prevenir, controlar e corrigir problemas ambientais.

4.1.3.2 Aspectos introdutórios

Os solos são definidos como corpos naturais independentes, compostos de materiais minerais e orgânicos, dispostos em camadas e/ou horizontes. A unidade básica do solo é chamada de pedon, do grego que significa solo, terra. Ela vai da superfície ao material de origem e se constitui na menor porção tridimensional, perfazendo um volume mínimo que possibilite estudar o solo (SANTOS E ZARONI, s.d.).

Segundo EMBRAPA (2014), o solo é definido por:

“Coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas”.

Segundo Embrapa (2014) a pedologia vem recebendo cada vez mais espaço na sociedade, devido a importância do solo nas questões de produção de alimentos, fibras e energia, mudanças climáticas e sustentabilidade ambiental.

As informações de solo são de suma importância na avaliação ambiental e para melhor planejamento de uso, pois os diferentes tipos de solos remetem a elementos relacionados às suas características de formação, podendo fornecer informações como presença constante de água, formações aluviais, susceptibilidade a processos erosivos, a contaminação química, capacidade de recuperação natural dos mesmos, entre outros.

O levantamento pedológico consiste basicamente em dois componentes: mapa e relatório técnico. O mapa mostra a distribuição espacial dos solos na paisagem, enquanto o relatório aborda as suas características (Do PRADO, 1995).

4.1.3.3 Metodologia

A caracterização pedológica da área de interesse englobou, basicamente, três fases: 1) Realização de procedimentos iniciais na coleta de informações existentes sobre a área de influência do projeto e manuais de investigação do solo; 2) Investigação da área de influência do projeto: Levantamento e processamento de bases cartográficas e das

características pedológicas dos solos encontrados. 3). Identificação dos solos com a elaboração do mapa pedológico, após compilação e análise das informações obtidas.

Figura 4.1-37 - Metodologia de trabalho para a caracterização do solo da área de influência.



4.1.3.3.1 Classificação dos solos

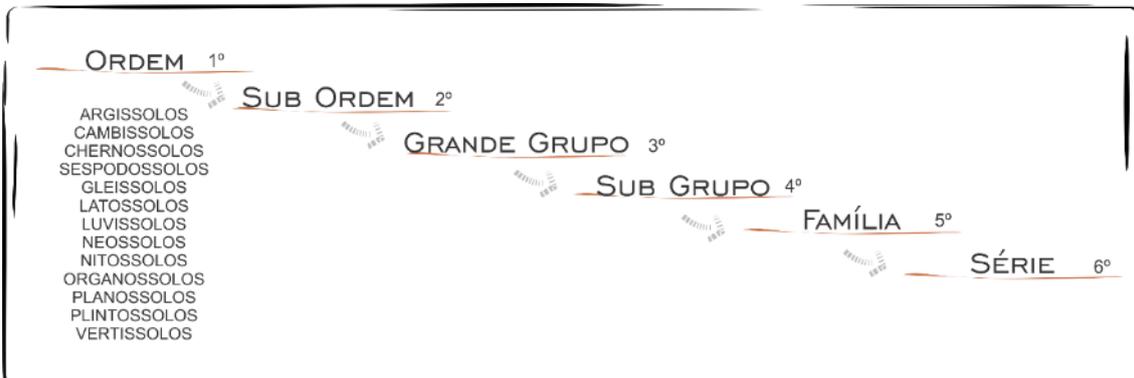
Em nosso país, existe o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) que envolve diversos colaboradores de inúmeras instituições nacionais, sob a coordenação da Embrapa Solos - organismo normatizador oficial brasileiro das ações na área de pedologia (IBGE, 2015). O SiBCS é, hoje, um projeto de pesquisa e desenvolvimento implantado na programação de pesquisa da Embrapa (EMBRAPA, 2014).

Tal sistema reúne e organiza os estudos relativos a todos os solos do território brasileiro, promovendo o entendimento entre os estudiosos do tema, uma vez que um solo de determinado nome apresenta o mesmo conjunto de características, independentemente de sua localização geográfica no país (EMBRAPA, 2006).

A elaboração do SiBCS buscou atender especialmente à necessidade de realizar, nos vários estados brasileiros, levantamentos pedológicos nos níveis exploratórios e de reconhecimento. É constituído com base de dados do Brasil, a maior parte descrita no campo e analisada em laboratórios com métodos estabelecidos pelo CNPS - Centro Nacional de Pesquisas em Solos da Embrapa (LEPSCH, 2011).

O SiBCS é estruturado em categorias hierarquizadas. Os níveis categóricos aplicados para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos são seis: 1º nível categórico (ordens), 2º nível categórico (subordens), 3º nível categórico (grandes grupos), 4º nível categórico (subgrupos), 5º nível categórico (famílias) e 6º nível categórico (séries) (EMBRAPA, 2016). Conforme ilustrado na Figura 4.1-38. A classificação dos solos empregada neste estudo é a classificação utilizada pelo SiBCS.

Figura 4.1-38 - Hierarquia da classificação de solos da SiBCS (2006).



Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2006

4.1.3.3.2 Confecção dos mapas

A classificação dos solos utilizada neste estudo está de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, através de um SIG com bases cartográficas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), este último disponibiliza limite municipal, sede, rodovias.

Como instrumento de análise gráfica e estatística foi empregado a utilização do programa ArcGIS, versão 10.1 e suas extensões ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox e BaseMap. Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) como ArcGIS permitem capturar, modelar, manusear, recuperar, consultar, avaliar e proporcionar recursos com dados geograficamente referenciados, tais informações que são armazenadas em um banco de dados.

4.1.3.4 Resultados

4.1.3.4.1 Solos da região

De acordo com o mapa pedológico geral produzido, na escala de 1:80 000 (Figura 4.1-39), com base nas fontes do ZEE/IBAMA, os solos predominantes nas áreas de influência e processos DNPM são: Neossolo Litólico e Latossolo Vermelho Amarelo.

Segundo estudo realizado para o Zoneamento ecológico-econômico da Zona Oeste do Estado do Pará em 2010, As principais classes de solos mapeadas na área de influência Zona Oeste (Cuiabá – Santarém) e da rodovia BR – 230 (Transamazônica), no Estado do Pará foram: Latossolos, Argissolos, Nitossolos, Cambiosolos, Plintossolos, Gleissolos e Neossolos (EMBRAPA, 2010).

Figura 4.1-39 - Mapa Pedológico Geral.

FIGURA EM A3

4.1.3.4.2 Solos da Área de Influência do Empreendimento

As classes de solos ocorrentes na área de influência direta e indireta seguem na descrição abaixo (Quadro 4.1-1), sendo ilustrado graficamente através do Mapa pedológico (Figura 4.1-40), produzido com base nas fontes do ZEE/IBAMA.

Quadro 4.1-1 - Solos da área de influência.

ÁREAS DE INFLUÊNCIA	CLASSES DE SOLO
ADA	Latossolo Vermelho-Amarelo
	Neossolo Litólico
AID	Latossolo Vermelho-Amarelo
	Neossolo Litólico
AII	Latossolo Vermelho-Amarelo
	Neossolo Litólico

4.1.3.4.3 Características das classes de solo dominantes

● Latossolo Vermelho Amarelo

Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem praticamente em quase todo o território nacional (são pouco expressivos nos estados nordestinos e no Rio Grande do Sul), associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado.

São muito utilizados para agropecuária mostrando limitações de ordem química em profundidade ao desenvolvimento do sistema radicular se forem álicos, distróficos ou ácidos. Normalmente, os teores de fósforo são baixos (em condições naturais), sendo necessária adubação fostatada. Outra restrição ao uso desta classe de solo é a baixa quantidade de água disponível às plantas. Quando de textura argilosa são muito explorados com lavouras de grãos mecanizadas e quando de textura média são usados basicamente com pastagens (IBGE,2015).

Abrangem solos profundos dessaturados, com boa drenagem, presença de horizonte B latossólico, semelhante ao horizonte óxico (ESTADOS UNIDOS, 1994 apud EMBRAPA, 2010), subjacente a qualquer tipo de horizonte A, exceto o horizonte hístico (EMBRAPA, 2006), de coloração vermelho-amarelada no matiz 5YR ou mais amarelas que no matiz 2,5YR na maior parte do mesmo até a espessura de 100m a partir do topo do horizonte Bw (inclusive BA).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos equiparam-se aos Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos e Latossolos Brunos em relação às características morfológicas, físicas e químicas, contudo, possuem diferenças significativas em relação à coloração e ao conteúdo de óxidos de ferro, principalmente.

● Neossolo Litólico

Solos com horizonte A ou hístico assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90 % (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2cm (cascalhos, calhaus e matacões) e que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Admite um horizonte B, em início de formação cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2006).

Envolve solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material de origem devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material originário, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

Conforme IBGE (2015), normalmente atendem aos seguintes requisitos:

“Ausência de horizonte glei, exceto no caso de solos com textura areia ou areia franca, dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50cm e 120cm de profundidade, se os horizontes sobrejacentes apresentarem mosqueados de redução em quantidade abundante;

Ausência de horizonte vértico logo abaixo de horizonte A;

Ausência de horizonte plíntico dentro de 40cm, ou dentro de 200cm da superfície se imediatamente abaixo de horizontes A, E ou precedidos de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidade abundante, com uma ou mais das seguintes cores: Matiz 2,5Y ou 5Y; ou Matizes 10YR a 7,5YR com cromas baixos, normalmente iguais ou inferiores a 4, podendo atingir 6, no caso de matiz 10YR;

Ausência de horizonte A chernozêmico conjugado a horizonte cálcico ou C carbonático.”

Figura 4.1-40 - Mapa Pedológico.

FIGURA EM A3

4.1.3.4.4 Quantificação dos solos dominantes

Na área de influência direta, foram identificados, mapeados e quantificados as seguintes classes de solos dominantes (Tabela 4.1-2).

Tabela 4.1-2 - Quantificação das classes de solos dominantes.

Tipo de solo por área de influência	Área (ha)
ADA	127,39474
Latossolo Vermelho-Amarelo	61,479192
Neossolo Litólico	65,915548
AID	2496,226431
Latossolo Vermelho-Amarelo	1362,460972
Neossolo Litólico	1133,765459
All	1479,689821
Latossolo Vermelho-Amarelo	864,646515
Neossolo Litólico	615,043306
TOTAL	4103,310992

4.1.4 GEOMORFOLOGIA

Em função da escala de trabalho (1:20.000), o diagnóstico foi realizado dentro de uma abordagem analítica. Salienta-se que a circulação da energia responsável pelos mecanismos de elaboração do relevo apresenta-se, geralmente, mais difusa do que concentrada, tornando-os descontínuos no tempo e no espaço, e dificultando sobremaneira sua mensuração no período geralmente estabelecido para projetos ambientais.

Diante disso, trata-se de uma análise predominantemente qualitativa, que considera as inter-relações entre feições morfológicas e materiais constituintes como diagnosticadoras da dinâmica atual do relevo, incluindo-se, nesse contexto, as interferências antrópicas (usos do solo).

As morfologias foram analisadas através de imagens de radar SRTM 1:50.000, e mapas topográficos nas escalas de 1:100.000. Nos trabalhos de campo foram realizados perfis típicos das geometrias do relevo e algumas medidas de inclinação das vertentes através de clinômetro.

As classes de declividade definidas foram:

- muito íngreme (>100%);
- moderadamente íngreme (45 a 100%);
- inclinada (20 a 45%);

- plana ou ligeiramente inclinada (0 a 20%).

O procedimento de estudo Geomorfológico constou de:

Análise bibliográfica - Nesta fase foi realizado um levantamento dos estudos já realizados na área, assim como a análise da bibliografia e de documentos cartográficos disponibilizados; foi elaborada uma caracterização do relevo regional através de dados secundários, visando à inserção da área objeto desta análise.

Controle de campo - verificação das formas do relevo, cobertura superficial e litologia local.

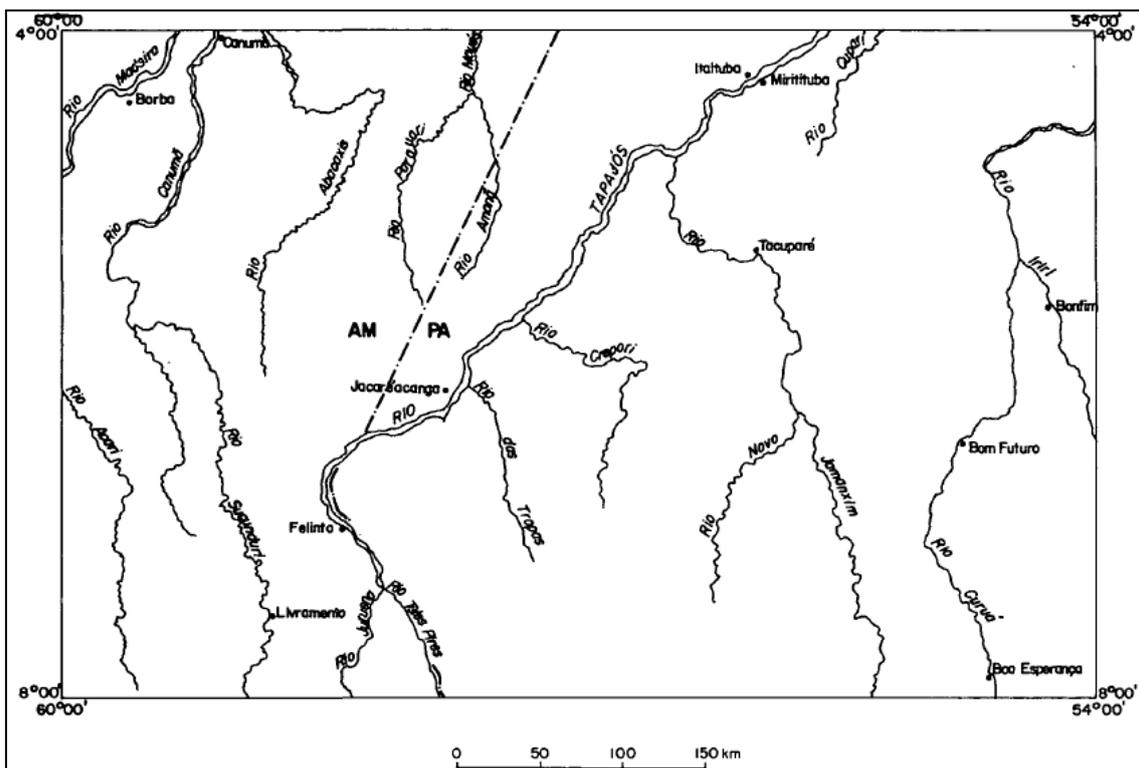
Elaboração do diagnóstico - análise qualitativa dos processos da dinâmica atual do relevo é realizada, assim como uma discussão sobre aspectos morfogenéticos.

Reunião interdisciplinar - A fim de integrar os dados temáticos, foi realizada uma reunião envolvendo toda a equipe técnica, buscando a consolidação do diagnóstico.

4.1.4.1 Geomorfologia Regional

A geomorfologia regional foi extraída do projeto RADAM (1973), referente à Folha Tapajós SB 21 ao milionésimo do IBGE (Figura 4.1-41).

Figura 4.1-41 - Folha Tapajós SB 21.



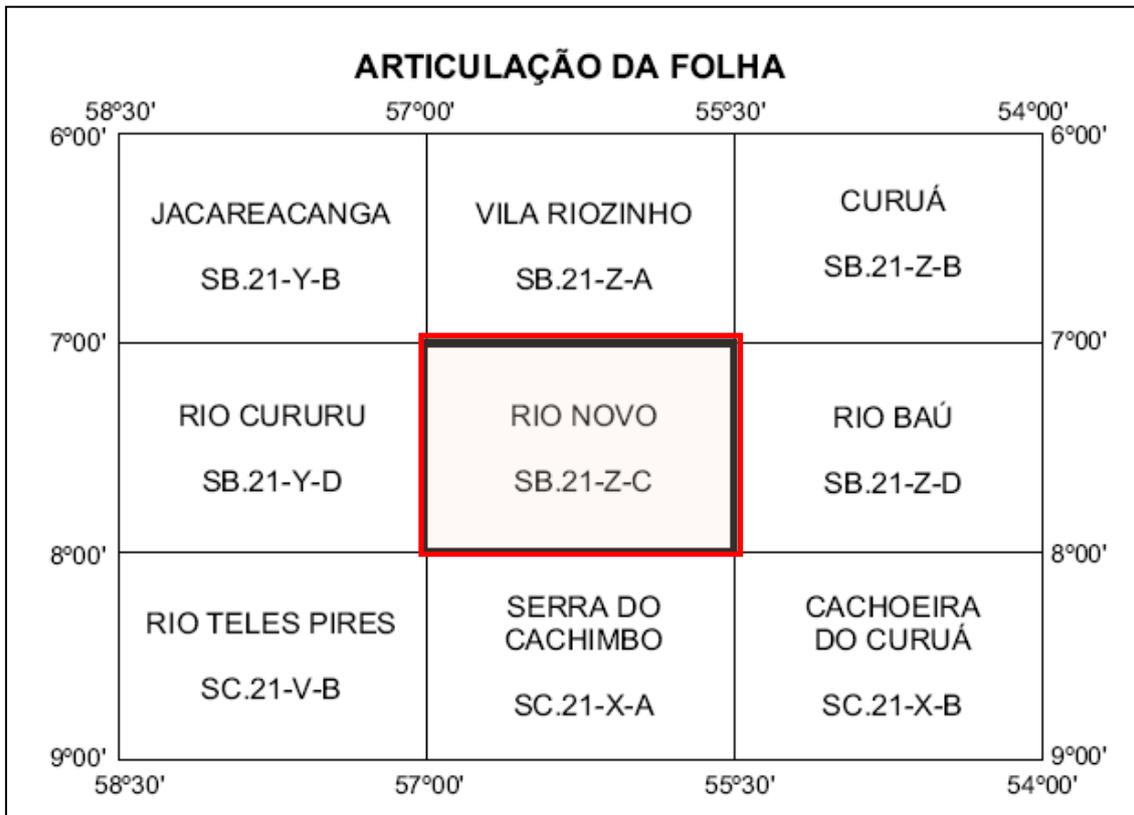
	PROJETO CORINGA	
	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL	

Esta folha compreende 16 folhas 1:250.000 e cuja área de trabalho se encontra na folha SB 21-Z-D (RIO BAU) (Figura 4.1-42).

A nomenclatura destas Folhas é encontrada na Figura 4.1-41 e a posição geográfica com os limites políticos, principais rios e cidades, fazem parte da Figura 4.1-42. Os centros urbanos mais importantes desta área acham-se localizados às margens de grandes rios: Itaituba e Jacareacanga situados na margem esquerda do rio Tapajós e Borba, na margem direita do rio Madeira.

A importância da Folha SB.21 Tapajós está em possuir dentro de seus limites naturais:

Figura 4.1-42 - Posição das folhas na escala 1:250.000, e localização da área de estudo.



Áreas terminais da borda sul da Sinéclise Paleozóica do Amazonas marcadas por relevos de cuesta e patamares erosivos deprimidos. Apresentam domínio de solos do tipo podzólico vermelho-amarelo, sobre o qual desenvolveu cobertura vegetal de Floresta Densa.

Um extenso compartimento rebaixado, cuja erosão cortou rochas pré-cambrianas, caracterizado por formas de relevos de baixa altitude. Estas formas se interpenetram a outras, do tipo residual, esparsamente distribuída, como cristas, pontões e mesas. Nesse compartimento predominam solos podzólicos que sustentam formações vegetais do tipo Floresta Aberta e Floresta Mista. Essa área foi denominada Depressão Periférica do Sul do Pará, e encontra na Folha SB.21 Tapajós seus limites ocidentais.

Todo o conjunto de relevos dissecados denominado Planalto Residual Tapajós altimetricamente elevados, elaborados em rochas pré-cambrianas, com crostas ferruginosas localizadas, dominando solos podzólicos revestidos por Floresta Densa.

A oeste do alto estrutural de Monte Alegre estende-se um grande trecho do denominado Planalto Rebaixado do Amazonas (do médio Amazonas) elaborado em rochas sedimentares cenozóicas, rebaixado simultaneamente por efeitos erosivos e tectônicos. Este Planalto foi aplainado por processos de pediplanação pleistocênica, posteriormente dissecado. A cobertura de Floresta Densa está sustentada por latossolos. e) Prolongamento noroeste da unidade denominada Serras e Chapadas do

Cachimbo, caracterizada por resíduos de superfície pediplanada que se interpenetra aos restos tabulares da chapada, às cristas estruturais e às serras do tipo "apalacheano". Nas serras predominam os latossolos com cobertura de Floresta Densa, e nos restos da Chapada predominam as areias quartzosas recobertas por Cerrado.

A estes conjuntos de unidades de relevo podem-se acrescentar outras características que individualizam a Folha SB 21 – Tapajós. Segue-se abaixo a descrição das unidades morfoestruturais e morfoclimáticas.

4.1.4.1.1 Unidades Morfoestruturais e Morfoclimáticas

Com base nos critérios de posicionamento altimétrico e similitude das formas de relevo, foi possível dividir a Folha SB.21 Tapajós em quatro grandes unidades morfoestruturais: Depressão Periférica do Sul do Pará, Serras e Chapadas do Cachimbo, Planalto Residual Tapajós, e Planalto Rebaixado da Amazônia (do Médio Amazonas); conforme são descritas a seguir:

● Depressão periférica do sul do Pará

É a unidade, de relevo mais significativa deste mapeamento. Ocupa uma área muito extensa do Cráton do Guaporé e partes menores da sinéclise paleozóica, abrangendo partes das Folhas (escala 1:1.000.000), SB.22 Araguaia, SA.22 Belém e SC.21 Juruena, para terminar nesta Folha SB.21 Tapajós. Seus limites aparecem na Folha rio Cupari, na escala 1:250.000, junto a um relevo de cuesta com front dissecado e descontínuo pela interseção de gargantas, esculpidas em rochas paleozóicas. A linha do front, na direção W, decai topograficamente e dissimula os limites da depressão com formas de relevo em colinas.

A maior parte desta Depressão está confinada a oeste por conjuntos de relevos dissecados que constituem o Planalto Residual Tapajós; A sudoeste a unidade encontra-se barrada pelas estruturas das Serras e Chapadas do cachimbo e a noroeste, por partes pouco elevadas do Planalto Rebaixado da Amazônia.

Uma área descontínua desta unidade, aparece a norte da Folha a 1:250.000 Rio Cupari em direção E-W interrompida pela presença do Planalto Residual Tapajós, sobre litologias paleozóicas, caracterizada por formas colinosas em retomada de erosão. O interior da Depressão compreende uma superfície baixa e aplainada, modelada extensivamente sobre litologias pré-cambrianas em altitudes de 125 a 180 metros. Esta superfície se interpenetra aos seus relevos residuais, agrupados ou dispersos, em forma de inselbergs, notadamente cristas orientadas na direção SE-NW, remodeladas por morfogênese Úmida. Nas Folhas a 1:250.000 Rio Baú, Rio Curuá e Rio Cupari, o Pediplano Pleistocênico apresenta maior extensão de áreas conservadas. Os processos fluviais, atuando sobre o Pediplano, originaram formas de relevos em colinas de topo aplainado nas quais uma retomada de erosão holocênica é evidenciada pela incisão das vertentes. A Depressão Periférica do Sul do Pará faz parte da "Faixa de transição" dos

domínios morfoclimáticos em planaltos e depressões – revestidos por floresta aberta mista e floresta latifoliada.

● Serras e Chapadas do Cachimbo

Constitui a denominação dada ao prolongamento 'norte do conjunto de relevos dissimétricos, englobando duas partes morfológicamente distintas: serras e chapadas. O trecho mais uniforme desta unidade, as chapadas, encontra-se ao sul desta área na Folha SC.21 Juruena.

Este conjunto de relevo tem altitudes variando de 150 a 400 m com caimento na direção NW-SE. Ele ultrapassa o rio Tapajós nas corredeiras de Chacarão terminando pouco depois onde se funde ao Planalto Rebaixado da Amazônia (do Médio Amazonas).

A área de serras aparece na Folha a 1:250.000 Rio Sucunduri, incluindo relevos dissecados em cristas, colinas de topo aplainado, vales encaixados e ravinas. Está representada por relevos estruturais relacionados à Sinclinal de Barorati, com residuais tabuliformes escarpados ou apresenrando apenas rebordos erosivos. Gargantas de superimposição do tipo *water gaps* são notadas no médio Sucunduri, enquanto alguns *windgaps* são visíveis a sudeste na Folha a 1250.000 Rio Sucunduri. Por meio dos *water gaps*, o Pediplano Pleistocênico penetrou nessa grande estrutura, ressaltando alinhamentos em *hog-backs*. O igarapé Bararati superimpõe-se à referida sinclinal, apresentando trechos de seu curso com meandros e lagos de barragem. A fase de erosão atual em que se encontra essa estrutura é de relevo apalacheano caracterizado pelos topos aplainados e as gargantas de superimposição.

A parte desta unidade situada a leste do rio Tapajós e entre os rios Juniena e Teles Pires, é caracterizada por uma extensa superfície de aplainamento. Em alguns trechos encontram-se sedimentos arenosos, em meio à vegetação rala, onde freqüentemente aparece zona de arreísmo, com ou sem água. Sobre o nível de aplainamento pleistocênico ocorrem residuais às vezes com topos aplainados, que testemunham uma superfície de aplainamento mais antiga. As bordas destes residuais estão festonadas por vales encaixados e ravinas. Foi constatado que em algumas áreas, esses testemunhos de topos aplainados se encontram numa fase mais evoluída de dissecação, em forma de cristas e colinas em retomada de erosão. O Pediplano Pleistocênico, que penetra pela Depressão Periférica do Sul do Pará, foi estancado pelos bordos setentrionais e orientais da unidade de relevo Serras e Chapadas do Cachimbo.

Este conjunto de relevo foi elaborado, predominantemente, em litologias do Pré-Cambriano, localmente cortados por diques de diabásio do tipo Curuni definido por Silva *et al.* (1974), de idade JuraCretáceo com direções preferenciais NE-SE e NW-SE.

Esta unidade pertence ao "Domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos rebaixados dissecados e das áreas colinosas, revestidos por Floresta Densa". Abrange

ainda "Faixa de Transição de domínios morfoclimáticos e, planalto e depressões com aplainamento e colinas revestidos por Floresta Aberta Mista e de Cerrado nos topos aplainados".

● **Planalto Residual Tapajós**

É representado por dois conjuntos de compartimentos dissecados, com altitudes médias de 350 m, dispostos a nordeste e centro da Folha SB.21 Tapajós. O compartimento central do Planalto, com caimento para NWW e SSW constitui-se em divisor das águas dos rios Jamanxim e Tapajós. O outro decai para norte em direção aos patamares dissecados do Paleozóico, e para noroeste em direção a calha do Tapajós.

Estes relevos foram elaborados em rochas pré-cambrianas, intensamente fraturadas e falhadas e estão parcialmente isolados um do outro pelo Pediplano Pleistoceno. Apresentam como característica principal, uma intensa dissecação que não atingiu o nível regional do aplainamento baixo da depressão Periférica do Sul do Pará, mas já ultrapassou a fase de blocos maciços das Serras e Chapadas do Cachimbo. Nesta Unidade aparecem algumas formas de Relevo Residuais, com topos aplainados. Trata-se de formas de relevo similares às do planalto Dissecado do sul do Pará mapeada na folha contígua a leste SB.21 Araguaia, porém, em altitudes inferiores, mais fragmentada e descontínua. Enquanto o Planalto Dissecado do sul do Pará constitui um maciço residual compacto, o Planalto Residual Tapajós apresenta-se como restos de uma compartimentação intensamente fragmentada. A presença de formas de relevo tabulares e o nivelamento dos topos de serras permitem apenas pelo método da projeção altimétrica, a possibilidade de haver correlação destas formas com o Pediplano Pliocênico. Todavia não foram encontradas indicações que comprovassem essa possibilidade. O rebaixamento deste Planalto é pronunciado, resultando formas de dissecação variadas como colinas de topo aplainados, cristas, interflúvios abaulados, interflúvios tabulares e mesas. Nestas formas erosivas há evidências de uma retomada de erosão recente, demonstrada pelos encaixamentos dos vales e pelos ravinamentos. Nas folhas a 1:250.000 Rio Crepori e Rio Novo, são significativas as cristas seguindo as direções preferenciais das fraturas. A nordeste da Folha Rio Crepori, de escala 1:250.000, e sudeste da de Rio Jamanxim, observa-se um relevo de cuesta desdobradas, sobre os quartzitos do Grupo Beneficente, de Almeida (1958). Esta unidade está incluída nos domínios morfoclimático dos planaltos Amazônicos rebaixados e dissecados e das áreas colinosas, revestidas por Floresta Densa. Pequenos trechos pertencem à "Faixa de Transição de domínio morfoclimático em planaltos e depressões com aplainamentos e colinas revestidas por Floresta Aberta Mista e Floresta Latifoliada. com áreas elevadas muito dissecadas, recobertas por Floresta Densa e de Cerrados nos topos aplainados".

● Planalto rebaixado da Amazônia (do médio amazonas)

Esta é a segunda maior unidade de relevo da Folha SB.21 Tapajós. Localiza-se a noroeste, balizada aproximadamente pelo rio Tapajós. Suas cotas altimétricas variam de 19 a 200 metros, com um sensível caimento na direção NW, englobando litologias pré-cambrianas, paleozóicas e cenozóicas. Esta área foi aplainada pelo Pediplano datado do Pleistoceno. O trecho mais extenso do pediplano conservado encontra-se a noroeste da área abrangendo as folhas de Borba, Rio Maués e Rio Canumã, na escala 1:250.000.

Sobre o Pediplano ocorrem mesas em áreas restritas e esparsas, com rebordos bem pronunciados e festonados. A dissecação é generalizada e intensa, resultando formas de relevo como colinas de topo aplainado, interflúvios tabulares, colinas, vales encaixados e ravinas. Na Folha de Itaituba, na escala 1:250.000, são visíveis patamares estruturais das formações paleozóicas da Sinéclise Amazônica, com pouco caimento para N, acompanhando o mergulho desses pacotes sedimentares. Ainda nessa folha o rio Tapajós elaborou amplas faixas de terraços constituídos de cascalhos, areias, silte e argilas. O padrão de drenagem é predominantemente dendrítico. Os rios Amanã, das Tropas, Cabitutu e trechos do Parauari, têm feições de vales de fundo chato e são margeados por longas faixas de aluviões, delimitadas por rebordos erosivos da superfície de aplainamento pleistocênica. No interior de sua calha, o rio Abacaxis descreve meandros com *oxbow-lakes*. Em alguns trechos a calha é limitada por rebordos erosivos. Nos rios Madeira e Canumã as faixas de aluviões holocênicas são largas, com cordões de deposição orientados e lagos de barragem. Esta planície é periodicamente inundável.

Esta unidade está incluída no "Domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos rebaixados ou dissecados e das áreas colinosas, revestidas por Floresta Densa".

4.1.4.2 Geomorfologia da ADA e AID

A geomorfologia local reflete claramente as características gerais da geomorfologia regional, sendo possível compartimentar a área-objeto, diante de critérios topográficos e morfológicos, em três unidades de relevo: Planalto Dissecado, Morros e Colinas Rebaixadas, serras Alinhadas e as Planícies Aluviais.

A Figura 4.1-44 mostra a disposição espacial das tipologias de relevo presentes na área.

4.1.4.2.1 Planalto Dissecado

Esta unidade é constituída por um planalto dissecado pelo sistema fluvial dos cursos de drenagem. Morfologicamente, este domínio é composto por um planalto dissecado em cristas e morros tabulares, com escarpas íngremes que se destacam na paisagem. Os topos dessas elevações podem atingir altitudes máximas de 520 m Figura 4.1-43

A geometria das vertentes é variada. No topo, podem ser identificados segmentos aplainados, ligeiramente convexos ou inclinados. A declividade no topo é, no conjunto, de média a alta variando de (0 a 27°). O segmento superior e médio das encostas é formado por vertentes curtas tipo rampas inclinadas a moderadamente íngremes. O segmento inferior das vertentes é geralmente constituído por rampas ligeiramente côncavas, com declividades ligeiramente inclinadas, as quais decrescem até a junção com as planícies aluvionares (Figura 4.1-45).

Os materiais que constituem a base do conteúdo dessas formas são formados particularmente por rochas graníticas ácidas. O relevo é forte ondulado, formado por morros com encostas retilíneas, côncavas, convexas-côncavas e de topos curtos e estreitos, com perfis bastante irregulares. A densidade de drenagem é alta cujo sistema principal apresenta vales estreitos, encaixados, relativamente profundos e desprovidos de planície de deposição (Figura 4.1-46 e Figura 4.1-53).

Figura 4.1-43 - Vista do relevo em: (a) ao fundo do acampamento e (b) no Filão Come Quietto; mostrando relevo forte ondulado com altas elevações de topos alongados e estreitos e encostas côncavas, convexas-côncavas e retilíneas.





CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Figura 4.1-44 - Variação das formas de relevo na área do Projeto Coringa.

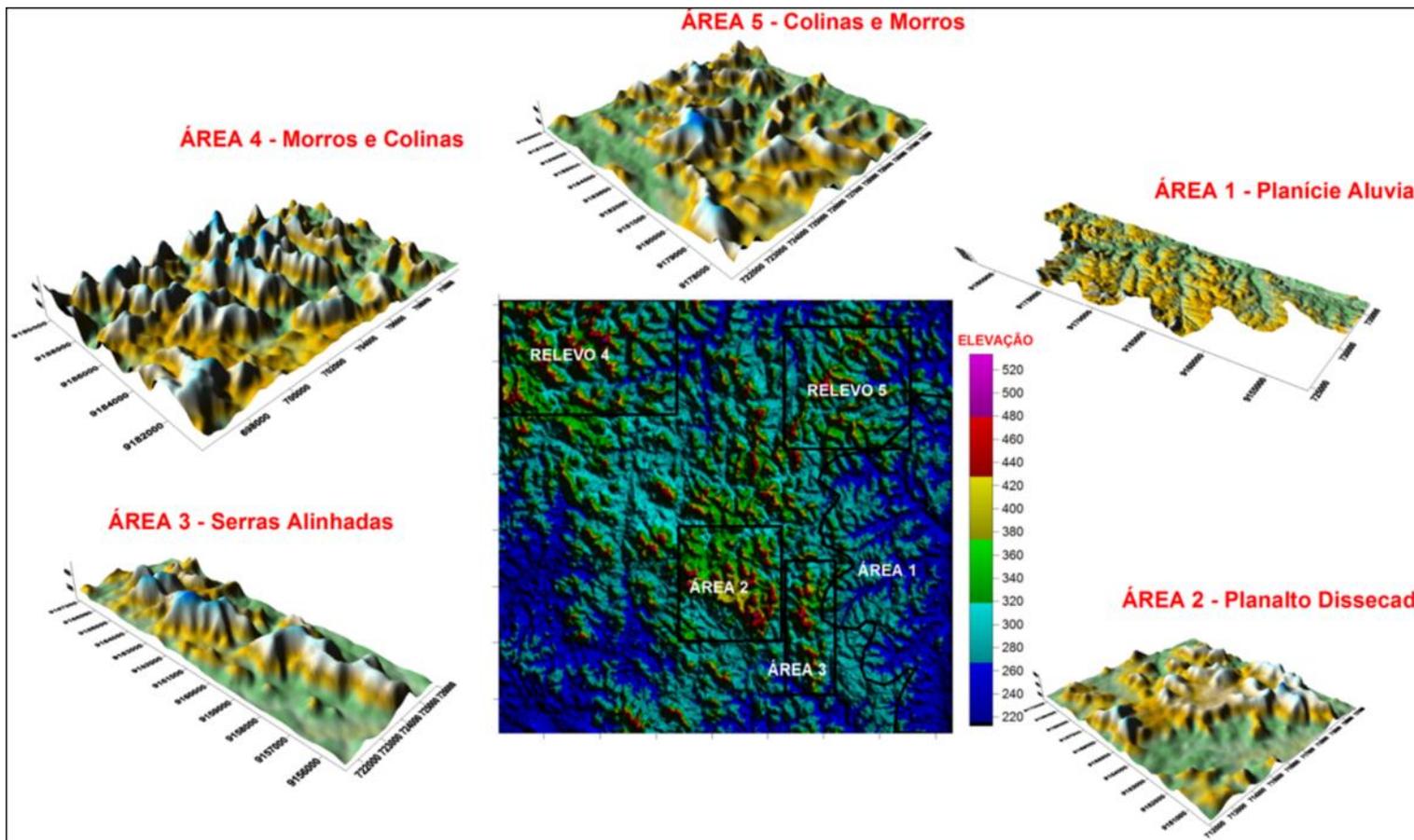


Figura 4.1-45 - Perfil SW – NE da ADA Planalto Dissecado.

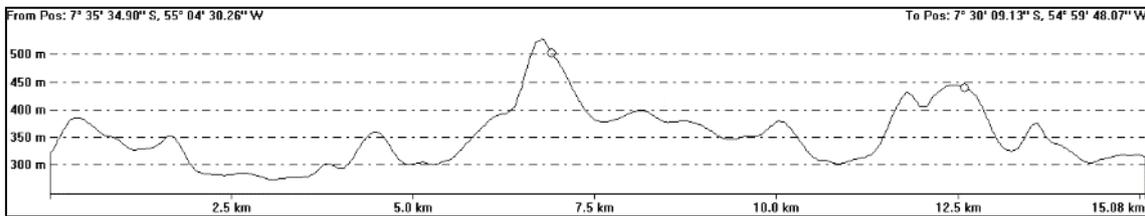
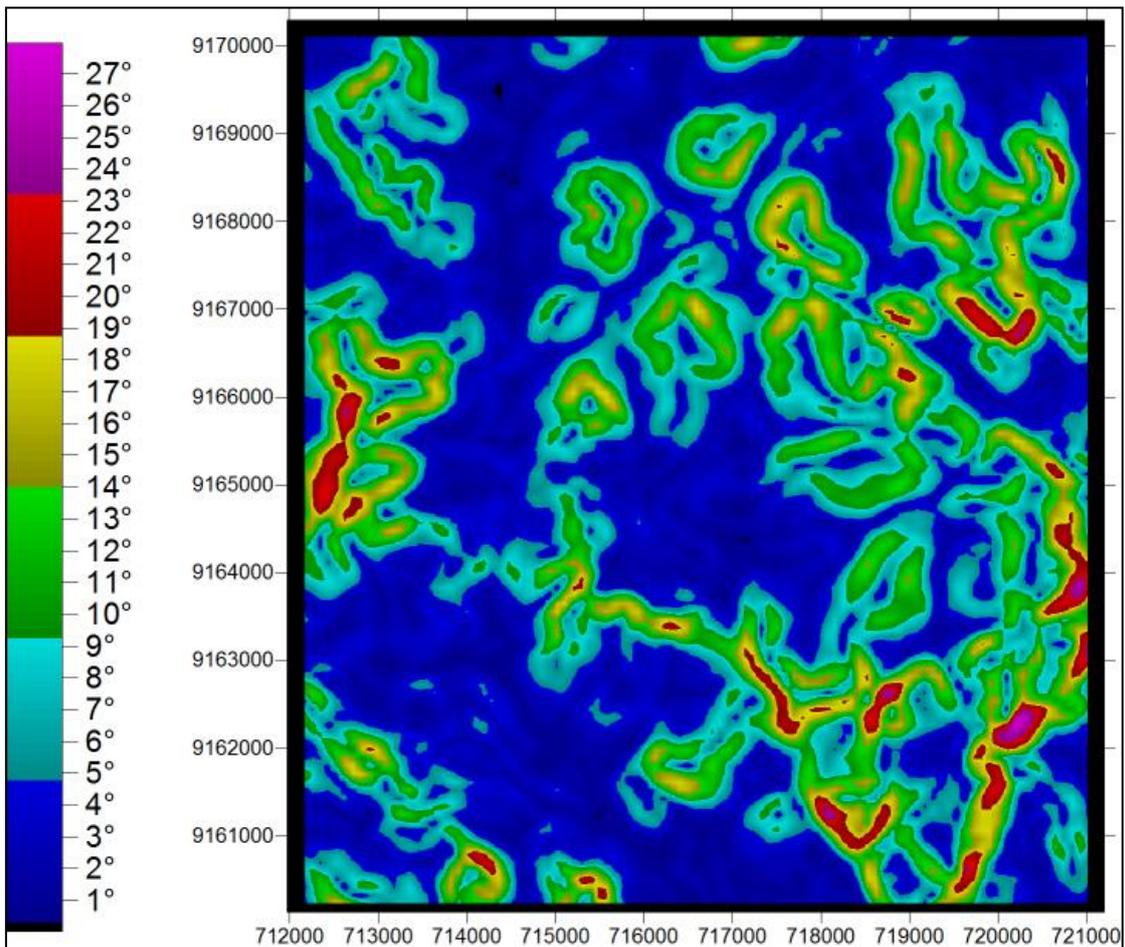


Figura 4.1-46 - Classe de declividade da área 2 – Planalto Dissecado.



4.1.4.2.2 Morros e Colinas

Esta unidade é constituída por um compartimento rebaixado do relevo que ocupa grandes extensões ao longo das escarpas de circundesnudação. De acordo com a literatura, essa morfologia é formada por um conjunto de morros alongados e colinas rebaixadas elaboradas sobre rochas granitóides diversas.

As altitudes mais elevadas podem atingir 490 m e as mais baixas em torno de 240 m. Observam-se morros com topos ondulados ou retilíneos, como também colinas típicas, com encostas côncavas, retilíneas e convexas, como mostrado na Figura 4.1-47. Esta

variação geométrica parece estar condicionada a variações litológicas locais e, possivelmente, a variações paleoclimáticas (Figura 4.1-47 e Figura 4.1-48).

4.1.4.2.3 Serras Alinhadas

Esta unidade é constituída por um compartimento alinhado do relevo que ocupa orientações NW-SE e NNW a SSE acompanhando a estruturação regional. As altitudes mais elevadas podem atingir 490 m e as mais baixas em torno de 250 m. Observam-se colinas retilíneas, com encostas côncavas, retilíneas e convexas, como mostrado na Figura 4.1-49. Esta variação geométrica parece estar condicionada ao controle da geologia estrutural local (Figura 4.1-49 e Figura 4.1-50).

Figura 4.1-47 - Perfil SW – NE da ADA – Relevo de Morros e Colinas.

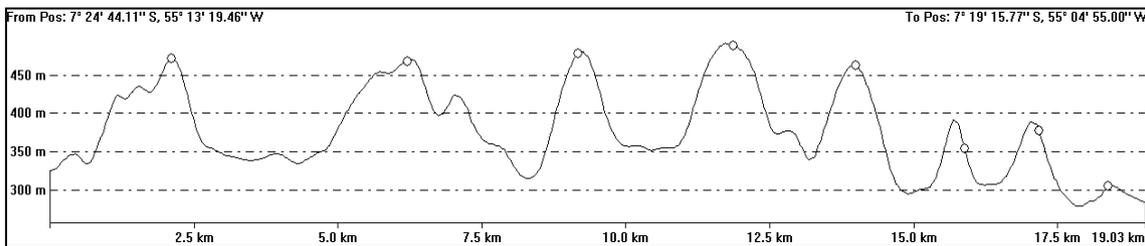


Figura 4.1-48 - Declividade da área 4 (localização na Figura 4.2.22) mostrando que a área apresenta forte declividade e colinas alinhadas, o relevo é fortemente ondulado com relevo rebaixado, de topos ondulados e encostas côncavas, retilínea e convexas-côncavas.

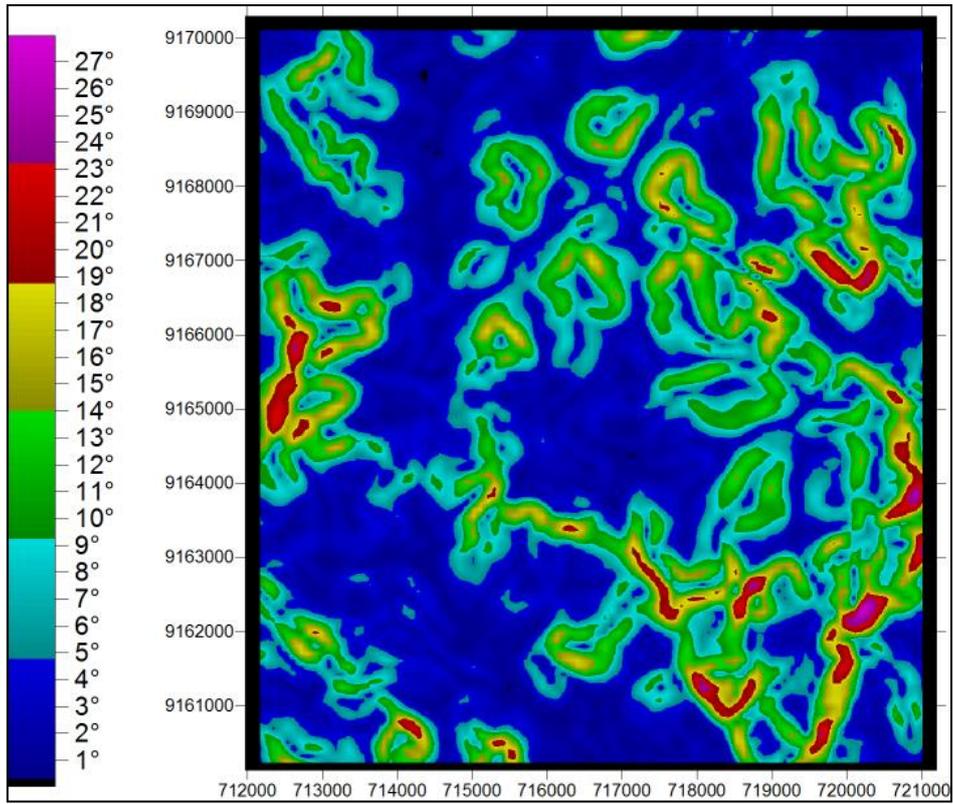


Figura 4.1-49 - Declividade da área 4 (localização na Figura 4.2.22) mostrando que a área apresenta forte declividade e serras alinhadas seguindo a estruturação regional do relevo.



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

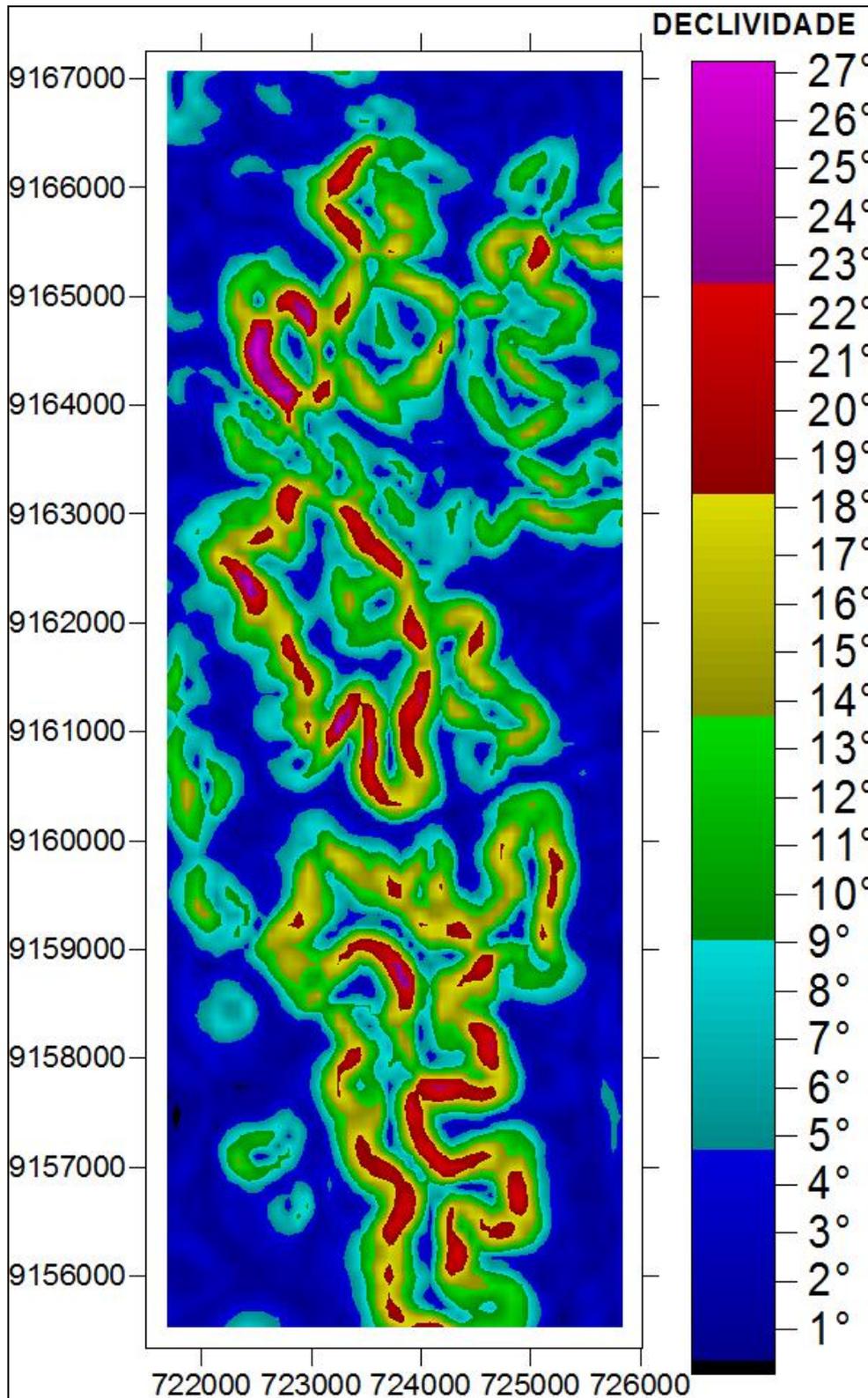
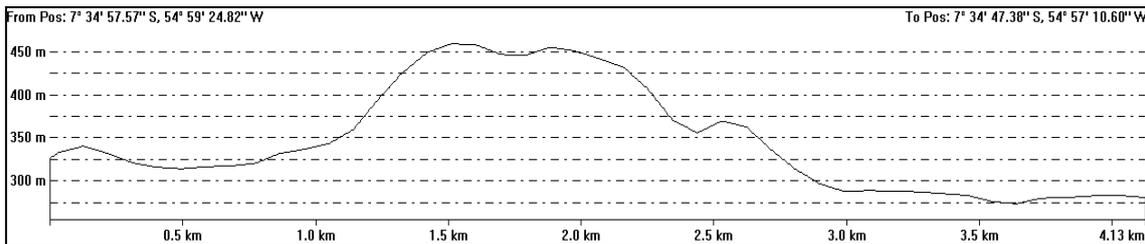


Figura 4.1-50 - Perfil W-E da ADA – Relevo de serras alinhadas.



4.1.4.2.4 Planícies Aluviais

Esta unidade do relevo é constituída, na área do empreendimento proposto, pelas planícies aluviais do sistema hidrográfico dos afluentes dos rios Jamanxim e Curuá, por sua vez, afluentes dos rios Tapajós e Xingu. As direções preferências do sistema fluvial são NW-SE e NE e SW, tendo íntima associação com o padrão estrutural da região.

As planícies, no conjunto da paisagem, posicionam-se abaixo da cota 200 m e apresentam pequenas dimensões e “flats” estreitos com baixa inclinação (0 a 10% ou 4°). As planícies aluvionares, no geral, apresentam poucos depósitos na forma de bancos e de bacias de inundação. Nos drenos secundários predominam depósitos de canal (Figura 4.1-52).

Os vales têm uma drenagem marcada durante o período chuvoso e mais seco nos meses de inverno (julho-novembro).

A vegetação de mais de 98% da área do projeto é floresta tropical virgem, com a árvore de copa atingindo cerca de 30 metros de altura em alguns lugares. O restante da propriedade foi removido nos últimos cinco anos, em alguns locais deram lugar às gramíneas tropicais, com mais de dois metros de altura. No Projeto Coringa, antigas áreas de garimpos ainda podem ser observadas facilmente, alguns deles estão atualmente inundados. Conforme apresentado no item x (sobre o contexto histórico daquela região), na região funcionava tanto a extração de ouro em depósitos aluvionares (Figura 4.1-51a), e em veios de quartzo (estruturas de cisalhamento), com escavações de trincheiras (Figura 4.1-51b).

Figura 4.1-51 - Vista de antigas áreas de garimpo no projeto Coringa, sendo: (a) escavações lineares – trincheira, no filão da Serra, e (b) depósito aluvionar, próximo a pista de pouso.



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

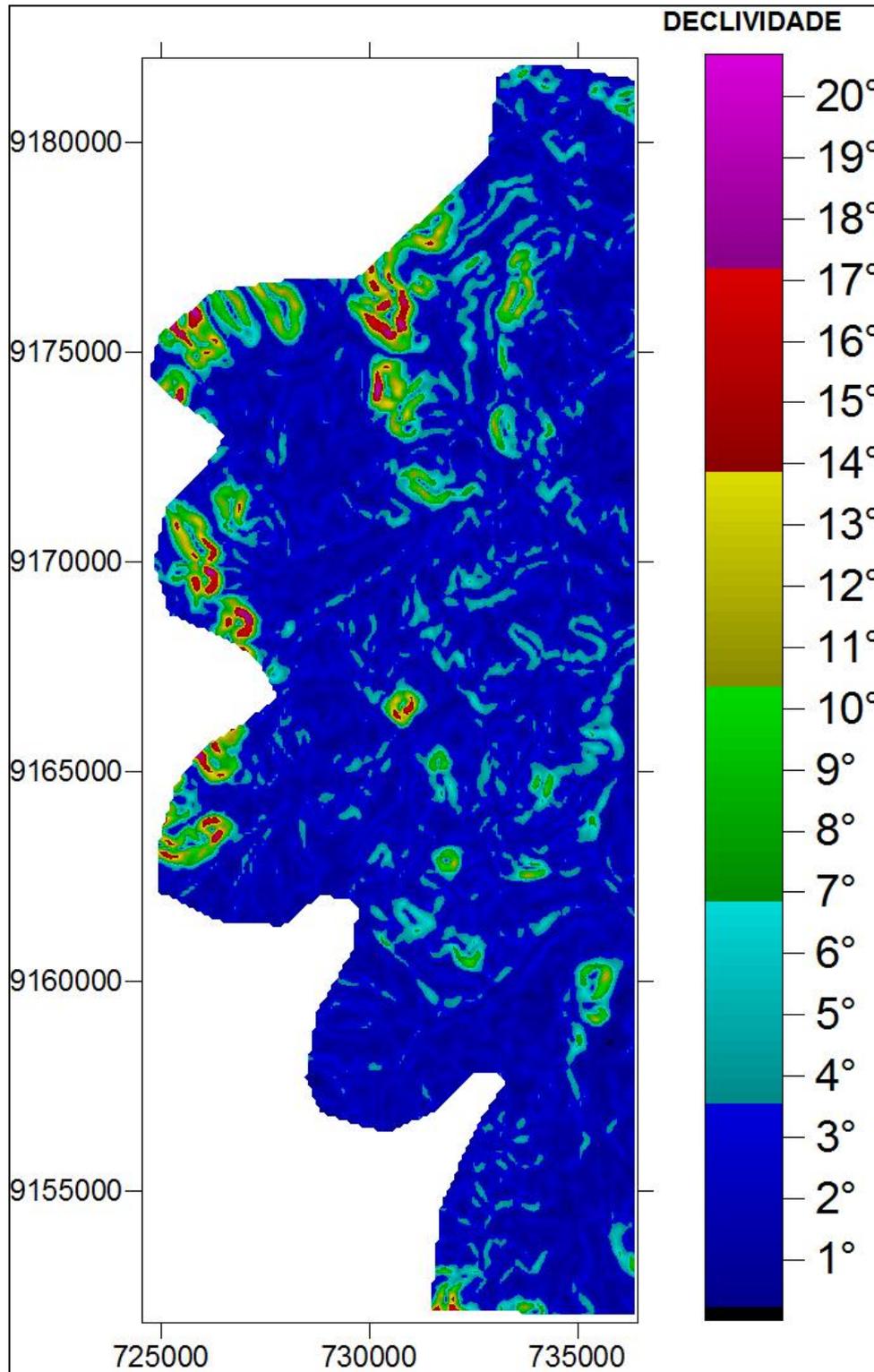


a



b

Figura 4.1-52 - Declividade da área 1 (localização na Figura 4.2.22) mostrando que a área apresenta baixa declividade, em sua maioria menor que 4- Planície do Rio Curuá.



4.1.5 CLIMA

Neste item, será discutida a caracterização climática da área onde será implantado o Projeto Coringa, com base nas literaturas conceituadas e, principalmente, em uma série de dados climatológicos das principais variáveis meteorológicas, tais como precipitação, temperatura do ar, insolação, nebulosidade, evaporação, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento.

4.1.5.1 Dados e Metodologia

4.1.5.1.1 Caracterização das condições de Grande Escala

O diagnóstico climatológico baseou-se nas características de grande escala e escala local. A análise de grande escala englobou o comportamento da precipitação e os respectivos sistemas atmosféricos baseados na análise de Radiação de Onda Longa (ROL). A evolução temporal foi baseada na sazonalidade, utilizando-se médias trimestrais representativas do verão (dezembro, janeiro e fevereiro), outono (março, abril e maio), inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro).

Os dados da precipitação foram extraídos do *National Centers for Environmental Prediction National Center for Atmospheric Research* (NCEP-NCAR), com uma base histórica de 31 anos (1980-2010) e estão em uma grade de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ de latitude por longitude e a visualização e manipulação dos dados foram feitas utilizando-se a rotina “Grid Analysis and Display System” (GRADS), fornecida pelo “Center for Ocean-Land-Atmosphere-Interactions” (COLA); informações completas sobre esta rotina podem ser encontradas em Doty et al. (1997).

Os dados de ROL foram extraídos do NCEP, a partir do monitoramento realizado pelos satélites meteorológicos de órbita polar como identificadores da convecção tropical (LIEBMANN; SMITH, 1996) da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Os dados de ROL estão em uma grade de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ de latitude e longitude.

Para a análise dos padrões climáticos de grande escala, foram utilizados dados de um período de 31 anos (1980-2010) da reanálise média-diária das componentes zonal (u) e meridional (v) do vetor vento, produzidos pelo NCEP. Segundo o NCEP (2016), estes dados estão disponíveis em 17 níveis troposféricos (1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300, 250, 200 e 150 hPa).

4.1.5.1.2 Caracterização das condições de Escala Local

Os dados pluviométricos foram coletados do banco de registro do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas – ANA, uma rede densa de estações. Já os dados das estações meteorológicas convencionais, que são operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET foram utilizadas para a caracterização dos demais parâmetros. As Normais Climatológicas são obtidas através

do cálculo dos valores médios observados e obedecem aos critérios e normas determinadas pela Organização Meteorológica Mundial - OMM.

O Quadro 4.1-2 apresenta as informações das estações utilizadas para a caracterização do clima na área do empreendimento. As mesmas também poderão ser visualizadas na Figura 4.1-53.

Quadro 4.1-2 - Informações das estações utilizadas para no estudo.

ESTAÇÕES	CLIMATOLÓGICA		
	PLUVIOMÉTRICA		
Código	655001	82668	82445
Nome	Km 1.027 da BR 163	São Felix do Xingu	Itaituba
Município	Novo Progresso	São Felix do Xingu	Itaituba
Período	1982 - 2015	1985 - 2016	1985 - 2016
Latitude	7° 30' 39" S	6° 37' 48" S	4° 16' 48" S
Longitude	55° 15' 49" W	51° 57' 36" W	45° 00' 00" W
Responsável	ANA	INMET	INMET

Fonte: ANA e INMET, 2016.

Figura 4.1-53 - Mapa das estações climatológicas e pluviométricas.

FIGURA EM A3

Utilizando os dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica, referentes às estações citadas acima (Quadro 4.1-2), foi determinado o Balanço Hídrico (BH) para a área de estudo utilizando uma planilha de Excel™ desenvolvida por Rolim *et al.* (1998). Para a criação da planilha para o cálculo do BH, Rolim *et al.* (1998) utilizaram o método de Thornthwaite e Mather (1955). Com o conhecimento desse parâmetro climático, foram determinadas as características sazonais de excesso e déficit de água, e assim, definidos os meses de maior ou menor disponibilidade de água no solo.

4.1.5.2 Características do Clima da Região onde será implantado empreendimento

O clima da região amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo a disponibilidade de energia solar o mais importante para os processos de superfície. Pesquisas indicam que os maiores totais de radiação que chegam à superfície ocorrem nos meses de setembro e outubro, enquanto os mínimos ocorrem entre dezembro e fevereiro (Horel *et al.*, 1989). Devido aos altos valores de energia que incide na superfície, o comportamento da temperatura do ar mostra uma pequena variação ao longo do ano, com exceção da parte mais ao sul, que sofre a ação de sistemas frontais.

De maneira geral, o Pará está situado na Zona do Equador, possui clima equatorial, caracterizado por ser quente e úmido, com ventos constantes e abundante pluviosidade. O conceito de estações do ano para a Amazônia, bem como para o Estado é diferente das demais regiões do Brasil. Em geral, tem-se o “período seco”, compreendendo os meses de inverno e primavera (de julho a outubro), se notabiliza por chuvas muito reduzidas, onde são registrados geralmente totais precipitados abaixo de 60 mm; e o “período chuvoso” (de dezembro a maio), abrangendo o verão e o outono, se caracteriza por chuvas de grande intensidade, quando os totais mensais chegam a ultrapassar os 300 mm, sendo os meses de junho e novembro, os períodos de transição, apresentando semelhança na distribuição da temperatura.

A precipitação é um dos elementos climáticos meteorológicos mais importantes a ser analisado na região tropical, já que induz as características de outros elementos, tais como temperatura, umidade relativa do ar e vento. Dentro da região amazônica, a precipitação é um parâmetro meteorológico de grande variabilidade no tempo e espaço, que está associada à influência de diferentes sistemas de mesoescala, escala sinótica e de grande escala (ROCHA, 2001; AMANAJÁS & BRAGA, 2012).

Segundo Rocha (2001) a precipitação na Amazônia é causada entre outros sistemas atmosféricos pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A Zona de Convergência Intertropical é composta de um aglomerado de nuvens distintas, formada pelo encontro dos ventos alísios de NE e SE e situa-se em latitudes próximas ao equador, elevando os índices pluviométricos das localidades por onde ela passa. Já a Zona de Convergência do Atlântico Sul é caracterizada pela presença de uma faixa de nebulosidade convectiva estacionada por vários dias e conseqüentemente alterando o regime de chuvas nas regiões afetadas.

Esta faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste estende desde o sul da Amazônia em direção ao Atlântico Subtropical (QUADRO, 1994). A ZCAS é observada durante os meses de novembro a março, alterando o regime de chuvas das regiões afetadas (SILVA DIAS, 1991).

4.1.5.2.1 Comportamento de grande escala

Os dados de ROL são muito utilizados para indicar a presença de nuvens convectivas profundas nos trópicos e nos subtropicais, cujos topos atingem altitudes elevadas e, normalmente, estão associadas à ocorrência de precipitação. Neste estudo os valores de ROL abaixo de 240 W/m^2 são associados com a convecção profunda de grande escala.

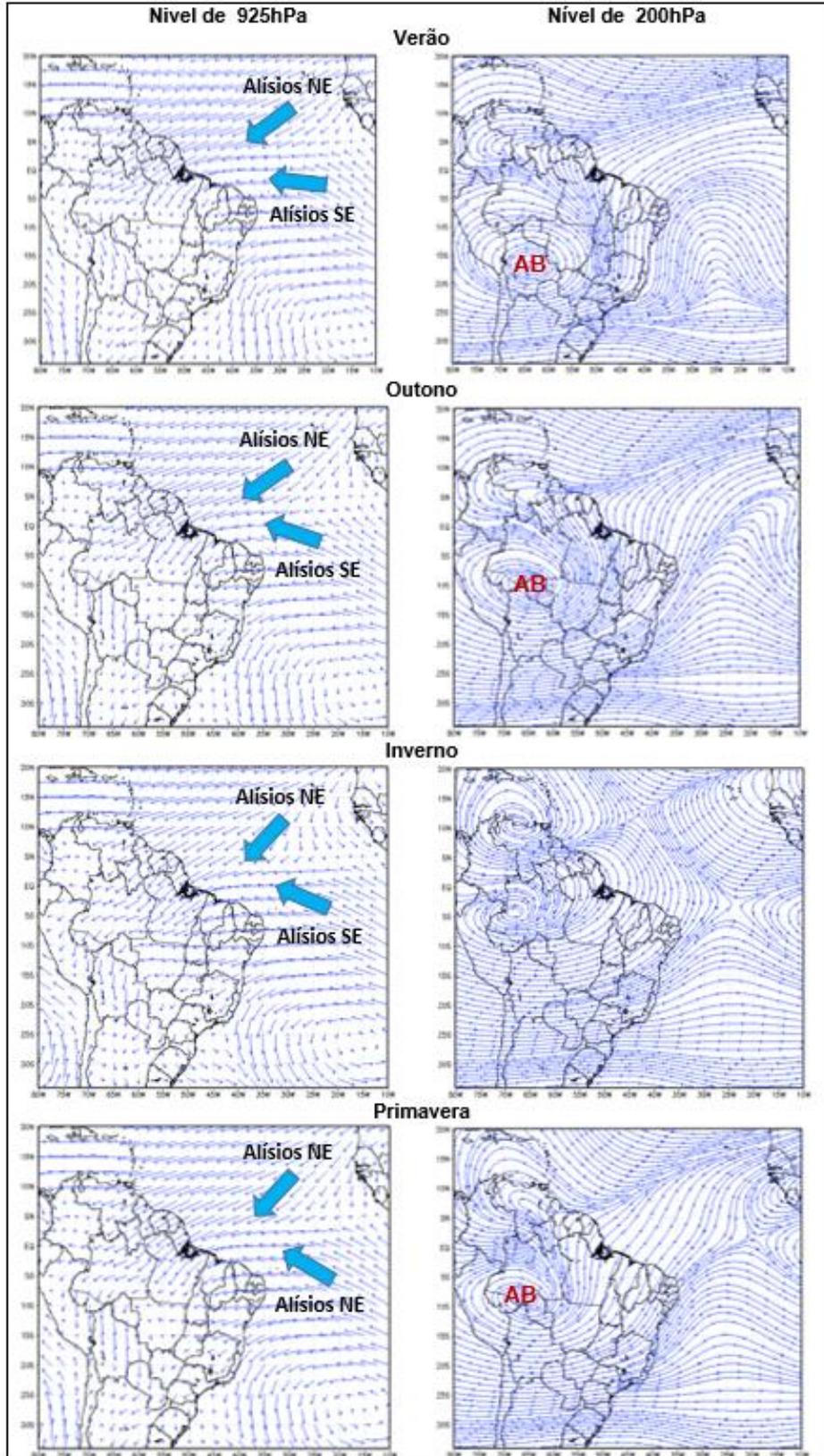
A Figura 4.1-54 mostra os padrões da circulação atmosférica em baixos (925hPa) e em altos níveis (200 hPa). Observando primeiramente os níveis de 925hPa, os padrões nos baixos níveis, praticamente, é o mesmo na região equatorial, não sofrendo muita variação com a sazonalidade. Os alísios se originam sobre o lado leste dos grandes oceanos, soprando de nordeste no hemisfério norte e de sudeste no hemisfério sul e escoam para a zona equatorial carregado de umidade. A convergência dos ventos alísios indica a ocorrência de precipitação nesta área.

Em relação a circulação em altos níveis (200hPa), existe uma região caracterizada por apresentar o desenvolvimento de um anticiclone denominado de Alta da Bolívia (AB), por se posicionar sobre a região do altiplano boliviano. Formado pela intensa atividade convectiva sobre a Amazônia.

Esse anticiclone surge no mês de outubro (primavera) sobre o oeste da Amazônia e atinge sua máxima intensidade no período do verão, contribuindo para as chuvas nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil (VIRJI, 1981; CARVALHO, 1989; GANDU e SILVA DIAS, 1994).

Durante a época de inverno, ocorre a desintensificação da AB e até com o seu completo desaparecimento gradual (JONES E HOREL, 1990; GANDU, 1998; CAVALCANTI et al, 2009).

Figura 4.1-54 - Mapas de circulação atmosférica em baixos (925hPa) e altos níveis (200hPa).



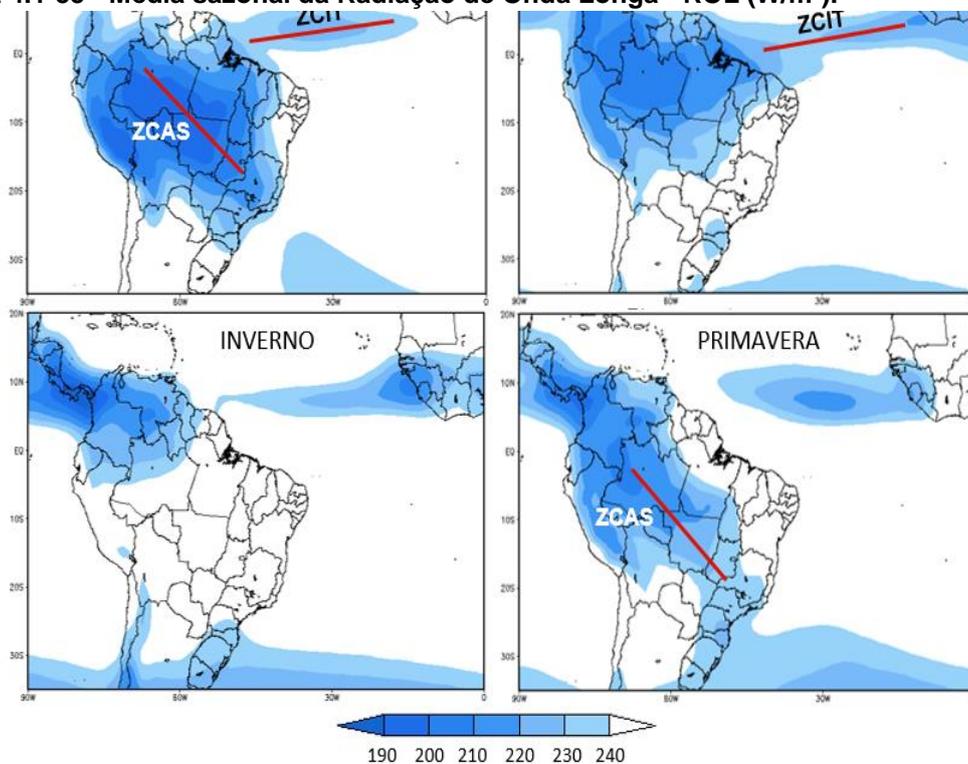
Fonte: Processado pela Terra Meio Ambiente a partir dos dados do NCEP, 2016.

Através das médias mensais para cada ano do período de estudo (1980-2010) obtiveram-se as médias sazonais de ROL. Observando a Figura 4.1-55, é possível identificar que na primavera e no verão os valores mais baixos de ROL, associados à atividade convectiva, cobrem grande parte do território brasileiro. Esta característica ocorre devido à presença dos diversos sistemas de tempo que atuam no continente.

Na região equatorial (Figura 4.1-55), os baixos valores de ROL estão associados com a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que é um dos principais sistemas de tempo nos trópicos (em torno de 6° N). A ZCIT é importante na determinação do tempo e do clima, especialmente no que tange os aspectos de pluviosidade, determinando a abundância ou o déficit das chuvas na região Norte. Observa-se, também, na primavera e no verão uma banda de nebulosidade em que os valores são relativamente baixos de ROL, de orientação NW/SE, estende-se do sul da região Amazônica até o Oceano Atlântico Sudoeste. Denominada de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) esta banda de nebulosidade é considerada um dos mais importantes fenômenos de tempo na escala intrasazonal, que ocorre durante o verão na América do Sul.

Durante o outono e inverno, a atividade convectiva diminui e os valores de ROL sobre o Brasil aumentam consideravelmente, em virtude da estabilidade atmosférica. Nesta época, a ZCIT se desloca para o Hemisfério Norte, seguindo o movimento do Sol, e a ZCAS desaparece (Figura 4.1-55).

Figura 4.1-55 - Média sazonal da Radiação de Onda Longa - ROL (W/m²).



Fonte: Processado pela Terra Meio Ambiente a partir dos dados do NCEP, 2016.

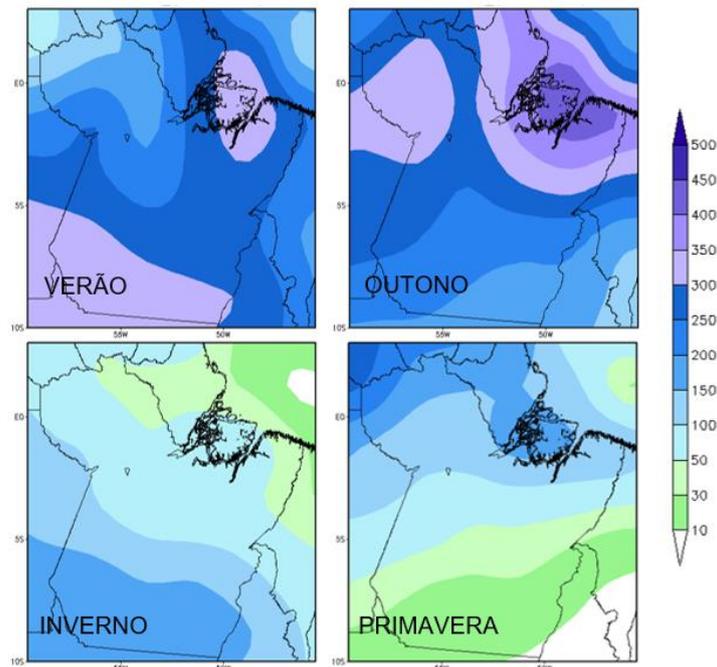
O município de Novo Progresso, localizado na mesorregião do sudoeste do Pará, onde, de acordo com a climatologia sazonal da precipitação (Figura 4.1-56).

No verão, que corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, quando ocorre a variação da posição da ZCIT (Figura 4.1-55) para a parte central da Amazônia (em torno de 5°S) determina o regime da precipitação na região observando um elevado índice pluviométrico na área do empreendimento, com máximas 350 mm (Figura 4.1-56), também provocado pelos sistemas meteorológicos atuantes durante a primavera em conjunto com a ZCIT, que neste período se posiciona mais ao sul.

No outono (março-abril-maio) observa-se que o volume da precipitação alcança um índice pluviométrico de 250 mm, enquanto que no inverno (junho-julho-agosto), esse volume de chuva baixa para 200 mm.

Nota-se que na primavera (setembro-outubro-novembro) é percebido o menor índice de chuvas na região do empreendimento, com um volume máximo de aproximadamente 50 mm, conforme a Figura 4.1-56.

Figura 4.1-56 - Climatologia média sazonal da precipitação (mm).



Fonte: Processado pela Terra Meio Ambiente a partir dos dados do NCEP, 2016.

4.1.5.3 Classificação Climática Segundo Köppen

Segundo a classificação de Köppen o município de Novo Progresso enquadra-se nos tipos climáticos Am. Na zona climática do grupo A a temperatura média do mês mais frio do ano é sempre superior a 18°C e, o sub-tipo w caracteriza um inverno seco, com precipitação média inferior a 60 mm em pelo menos um dos meses desta estação.

Tabela 4.1-3 - Parâmetros meteorológicos para classificação climática segundo Köppen.

PARÂMETRO	VALORES
Temperatura Média Anual	26,2°C ¹ e 28,2°C ²
Temperatura média do mês mais frio	25,5°C ¹ e 27,4°C ² (fevereiro)
Precipitação Total Anual	2.128 mm
Precipitação média do mês mais seco	11 mm (julho)

¹ São Félix do Xingu; ² Itaituba.
 Fonte: ANA e INMET, 2016.

4.1.5.4 Comportamento das Variáveis Meteorológicas

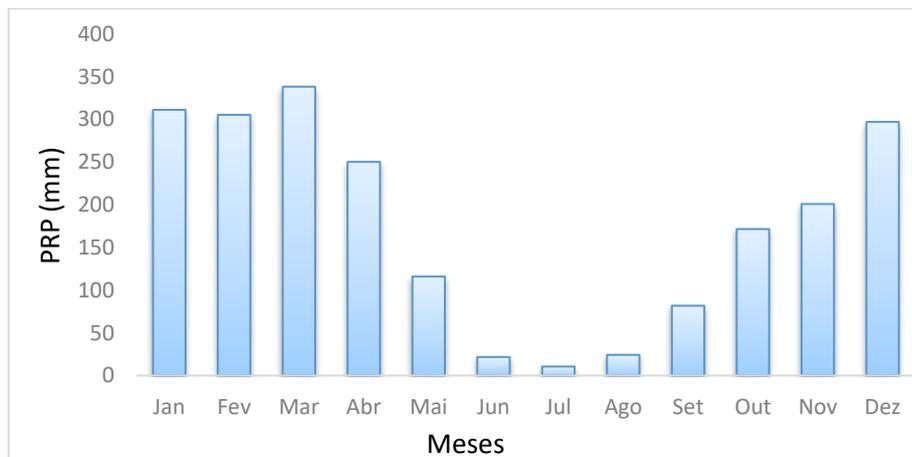
4.1.5.4.1 Precipitação Local

O município de Novo Progresso, que está localizado na mesorregião sudoeste, ocorre uma variabilidade significativa no volume da precipitação ao longo do ano bem definida, com o período mais chuvoso nos meses de novembro a abril e o menos chuvoso nos meses de junho a setembro, sendo que os meses de maio e outubro são os meses de transição, conforme observado na Figura 4.1-57.

No período chuvoso o volume pluviométrico atinge aproximadamente 1.818 mm enquanto que no período menos chuvoso, considerado para a região como seco, o volume de chuvas apresenta um total de 310 mm, sendo que o total anual da precipitação na estação pluviométrica Km 1.027 da BR 163 é de 2.128 mm.

É observado (Figura 4.1-57) que o trimestre com maior volume de chuva corresponde aos meses de janeiro, fevereiro e março, que apresenta o maior volume pluviométrico (338 mm). Enquanto que os meses de junho, julho e agosto equivale ao trimestre menos chuvoso, com um volume de apenas 11 mm em julho.

Figura 4.1-57 - Média mensal da precipitação na estação pluviométrica Km 1.027 da BR 163 em Novo Progresso.



Fonte: Sistema de Informações Hidrológicas: Banco de Dados Hidrometeorológicos da ANA (HidroWeb), 2016.

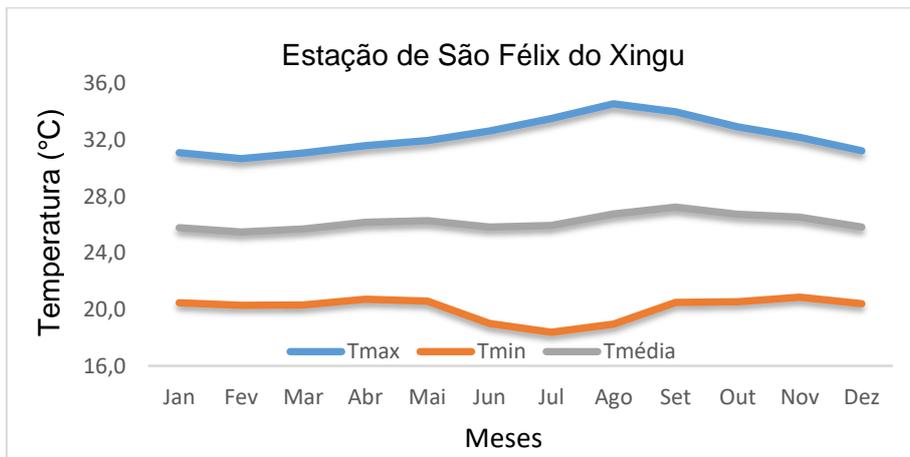
4.1.5.4.2 Temperatura do Ar

Para a caracterização das demais condições climáticas utilizou-se os dados das estações de São Félix do Xingu e Itaituba. Verifica-se uma pequena variação sazonal em toda a região, incluindo nos dados de temperatura das duas estações de consultadas (Figura 4.1-58a e Figura 4.1-58b).

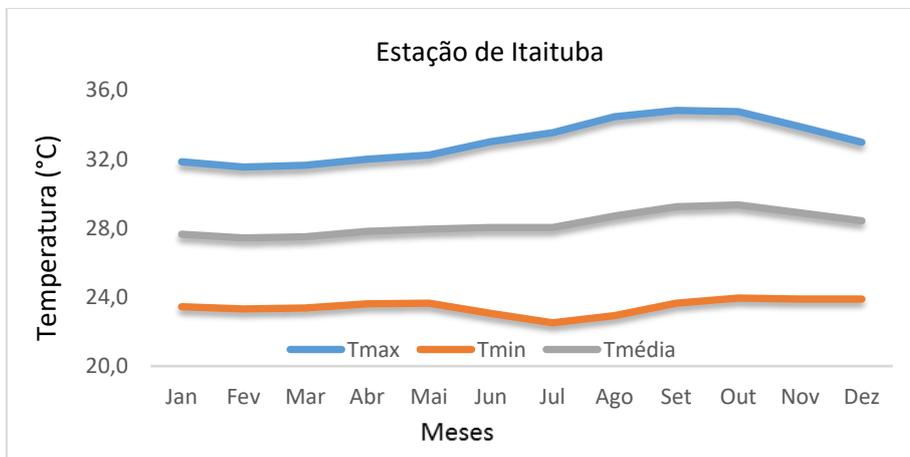
Como é observado, os meses mais quentes correspondem àqueles com poucas chuvas, de junho a novembro, e os menos quentes são aqueles com maiores índices pluviométricos, de dezembro a maio, aproximadamente.

A temperatura média mínima registrada nas estações varia de 20,1°C em São Félix do Xingu a 23,4°C em Itaituba e as médias máximas oscilam entre 32,3°C em São Félix do Xingu a 33,1°C em Itaituba. Fevereiro é o mês que registra a menor temperatura média (25,5°C e 27,4°C) nos dois municípios, enquanto que as máximas ocorrem em setembro e outubro (27,2°C e 29,3°C), conforme observado nas Figura 4.1-58a e Figura 4.1-58b.

Figura 4.1-58 - Média mensal da temperatura do ar nas estações de São Félix do Xingu (a) e Itaituba (b).



(a)



(b)

Fonte: INMET, 2016.

4.1.5.4.3 Insolação

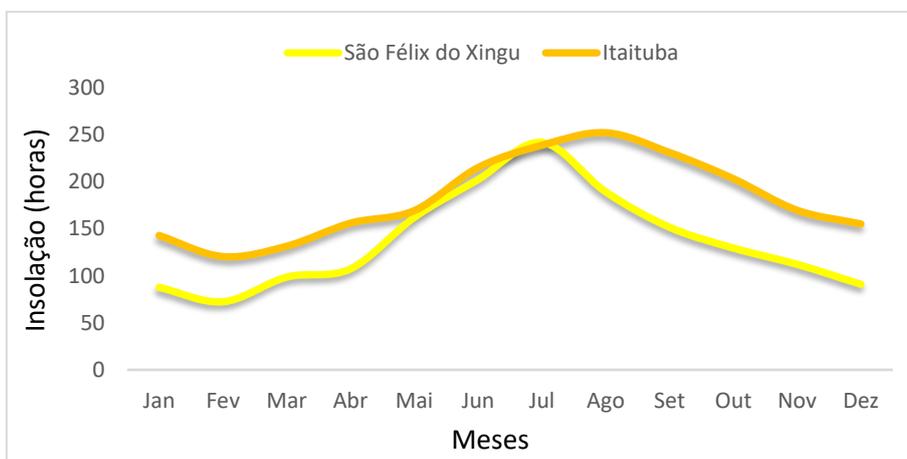
Na Figura 4.1-59 é apresentado o histograma das médias mensais das estações utilizadas, onde nota-se que a estação de Itaituba, por estar mais próxima da Linha do Equador, apresenta menor variação dos índices de insolação durante o ano, ao contrário dos resultados da estação de São Félix do Xingu.

Na estação de São Félix do Xingu é observado que nos meses de maio a outubro acontece a maior incidência de insolação, enquanto que de novembro a abril o total de horas de insolação é menor, onde a média do mês com menor quantidade de insolação é de 72 horas (fevereiro).

Na estação de Itaituba, o padrão sazonal da insolação média do ar indica um trimestre relativamente mais quente nos meses de julho a setembro, com máxima em agosto, onde é registrado valor médio mensal de 252 horas de insolação.

Verifica-se uma redução da incidência da radiação direta sobre a superfície durante os meses de novembro a abril, visto que este período é o mais chuvoso do ano e, portanto, o de maior nebulosidade. De forma inversa a sazonalidade das precipitações, observa-se a ocorrência de maiores índices de insolação média mensal nos meses de maio a outubro.

Figura 4.1-59 - Média mensal da insolação nas estações de São Félix do Xingu e Itaituba.



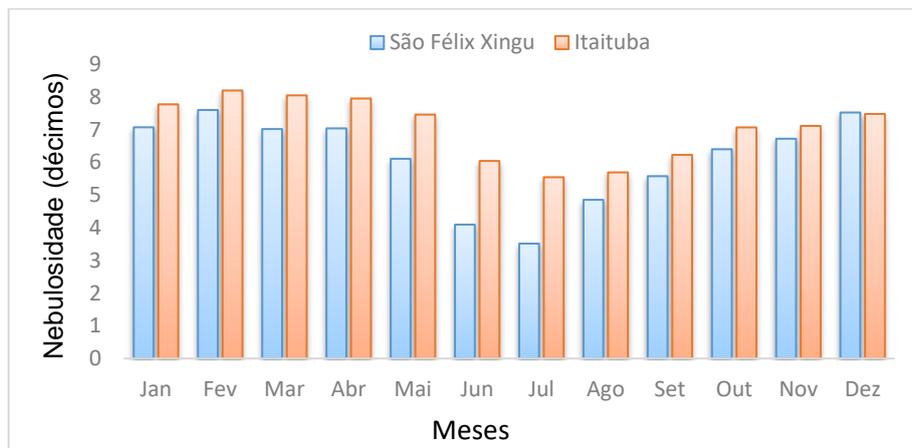
Fonte: INMET, 2016.

4.1.5.4.4 Nebulosidade

Com base nos dados climatológicos (INMET, 2016) observa-se na Figura 4.1-60 que no município de São Félix do Xingu a nebulosidade varia de 4 a 8 décimos de cobertura, enquanto que na estação localizada em Itaituba a variação é de 6 a 8 décimos de nebulosidade.

Na Figura 4.1-60 percebe-se que as maiores frações de nebulosidade correspondem aos meses de novembro a abril, que conseqüentemente condizem com os meses de maior volume de precipitação (Figura 4.1-57). Já os meses de maio a outubro, compreendem os meses com menor cobertura de nuvens. Com base na climatologia referente aos dados das duas estações, os meses de fevereiro e julho equivalem aos meses de maior e menor nebulosidade, respectivamente.

Figura 4.1-60 - Média mensal da nebulosidade nas estações de São Félix do Xingu e Itaituba.



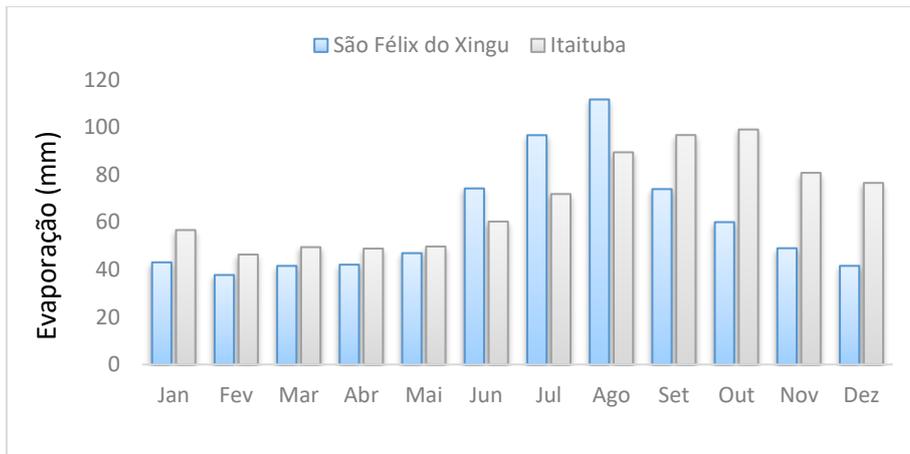
Fonte: INMET, 2016.

4.1.5.4.5 Evaporação

A normal climatológica mostra através da Figura 4.1-61 que os índices de evaporação tendem a serem maiores durante o período seco, alcançando os máximos de 112 mm (agosto) na estação de São Félix do Xingu e 99 mm (outubro) na estação de Itaituba, estando estas taxas relacionadas às ocorrências de temperaturas médias do ar mais elevadas e menores taxas de umidade relativa do ar.

No período chuvoso é observado um comportamento inverso, onde as taxas de evaporação aparecem mais reduzidas (Figura 4.1-61), onde no mês de fevereiro é observado os menores índices nas estações de São Félix do Xingu e Itaituba, 38 mm e 46 mm, respectivamente.

Figura 4.1-61 - Média mensal da evaporação nas estações de São Félix do Xingu e Itaituba.



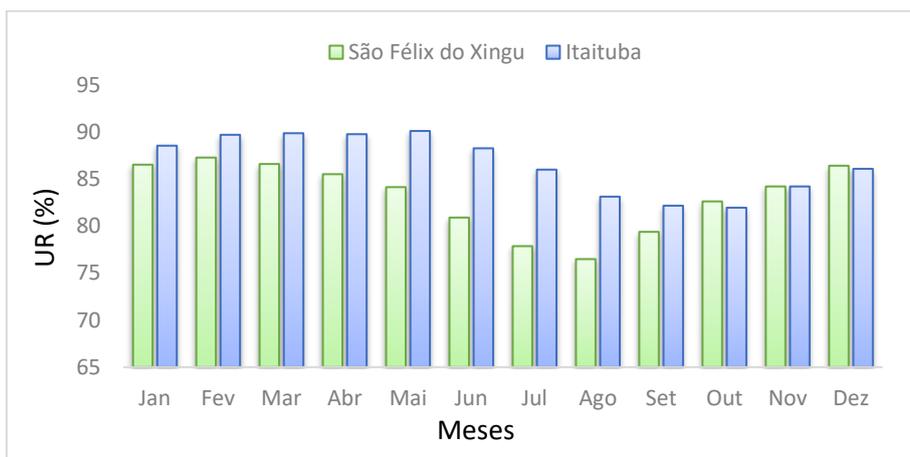
Fonte: INMET, 2016.

4.1.5.4.6 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa acompanha o ciclo anual da precipitação (Figura 4.1-57) e, apresenta uma variação anual de 76% (fevereiro) a 87% (agosto) em São Félix do Xingu e de 82% (maio) a 90% (outubro) em Itaituba, com uma média anual de 83% e 87%, respectivamente.

A umidade relativa aumenta a partir do mês de novembro até abril-maio, diminuindo entre junho e outubro. Em Itaituba as médias mensais são mais elevadas em relação as de São Félix do Xingu, estando associado à sua localização próxima ao Rio Tapajós. De uma forma geral os percentuais de umidade relativa do ar são maiores durante o período chuvoso e menores durante o período seco.

Figura 4.1-62 - Média mensal da umidade relativa do ar nas estações de São Félix do Xingu e Itaituba.



Fonte: INMET, 2016.

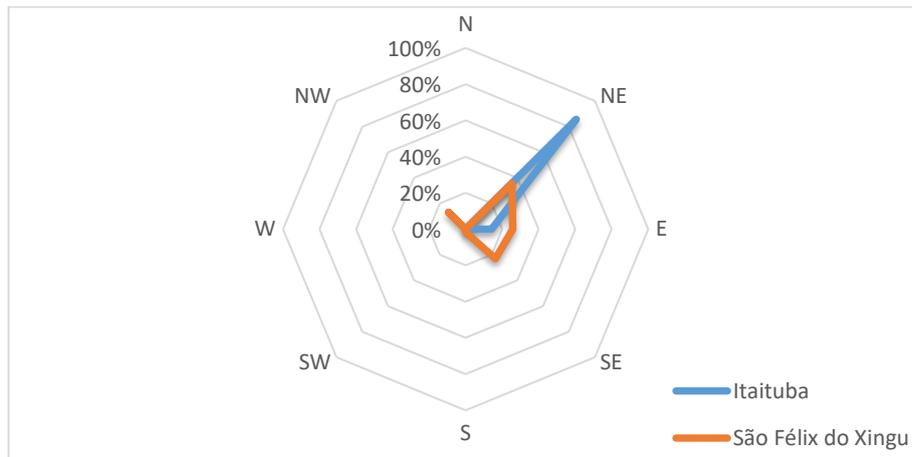
4.1.5.4.7 Direção e Velocidade do Vento

Segundo o observado na Figura 4.1-63, de acordo com o Banco de Dados Meteorológicos, os ventos registrados na estação climatológica de São Félix do Xingu

variam de nordeste a noroeste. Porém, a predominância na estação é de nordeste (36%), associados aos ventos alísios vindos de nordeste.

Em Itaituba os ventos variam no quadrante de nordeste a leste, mas também, assim como na estação de São Félix do Xingu, a direção predominante do vento é de nordeste, com 86%, como observado na figura abaixo.

Figura 4.1-63 - Média mensal da frequência da direção do vento nas estações de São Félix do Xingu e Itaituba.

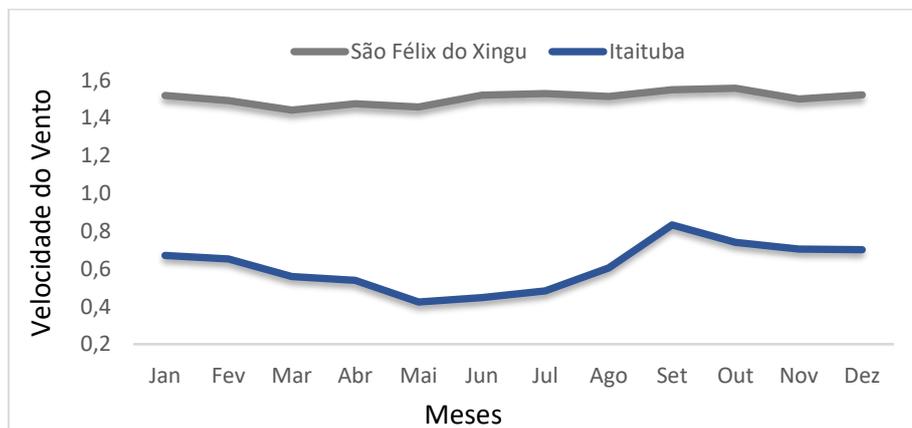


Fonte: INMET, 2016.

A velocidade do vento varia de 1,4 a 1,6 m/s na estação localizada em São Félix do Xingu, permanecendo quase que constante ao longo do ano, como observado na (Figura 4.1-64), bem superior as velocidades registradas na estação de Itaituba.

As maiores velocidades do vento ocorrem durante o período menos chuvoso, decorrente, entre outros fatores, pela menor atuação da ZCIT na região nessa época do ano, isto é, proporcionando maior contraste de temperatura entre o continente e o oceano e induzindo a circulação de brisa marítima (DA SILVA, 2006).

Figura 4.1-64 - Média mensal da velocidade do vento nas estações de São Félix do Xingu e Itaituba.



Fonte: INMET, 2016.

4.1.5.4.8 Balanço Hídrico

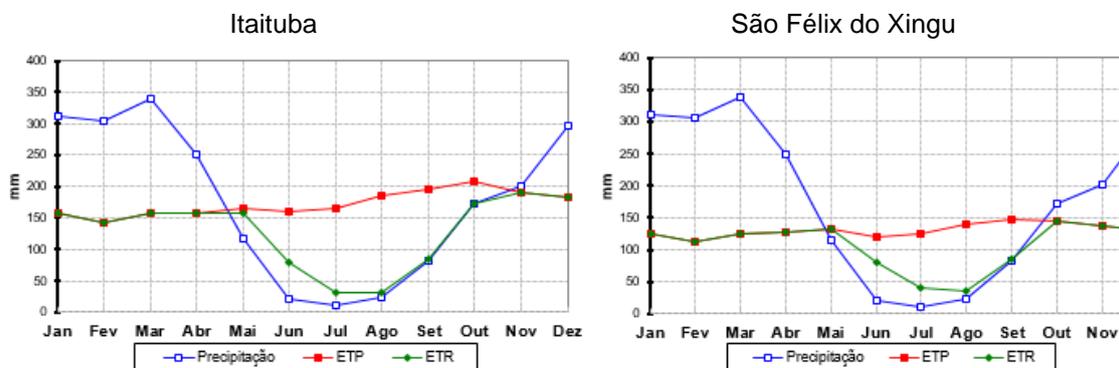
Os dados de balanço hídrico foram extraídos das estações meteorológicas de São Félix do Xingu e Itaituba (INMET, 1992). Conforme os cálculos gerados por Rolim et al (1998) são apresentados a seguir os gráficos de balanço hídrico normal mensal e de excedente e deficiência hídrica (Figura 4.1-65 e Figura 4.1-66).

O balanço hídrico obtido para as estações (Figura 4.1-64) mostram o significativo índice anual de precipitação ao longo do ano (2.128 mm), bastante irregular e, apresenta dois períodos distintos o chuvoso e o menos chuvoso.

Na estação de Itaituba, a Evapotranspiração Potencial (ETP), praticamente constante ao longo do ano, atinge um total médio anual de 2.071 mm, associado as altas temperaturas médias mensais. Enquanto, a Evapotranspiração Real (ETR), de certa forma, acompanha a trajetória anual das chuvas, ou seja, destacando os períodos chuvoso e seco e alcança um total anual de 1.538 mm.

A Evapotranspiração Potencial na estação de São Félix do Xingu apresenta um total anual de 1.569 mm. Os meses com menor e maior valores médios foram fevereiro e setembro (111,7 e 147,4 mm), respectivamente. Já a ETR apresenta um total anual de 1.279 mm, variando de 36,5 a 144,4 mm.

Figura 4.1-65 - Balanço Hídrico Normal Mensal.

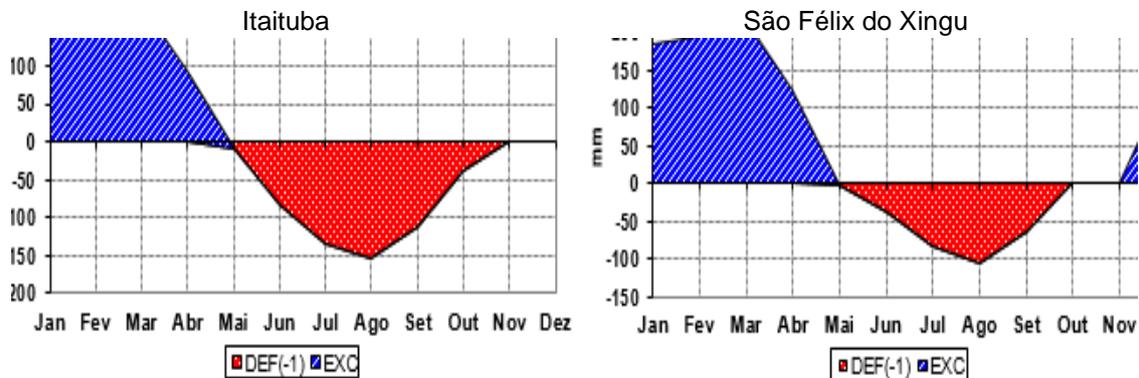


Fonte: ANA e INMET, 2016.

O período que se estende entre os meses de maio a novembro é onde ocorre a deficiência hídrica (532,6 mm), com ápice em agosto, enquanto que durante os meses de janeiro a abril, a quantidade de chuva que cai na região resulta em um considerado excedente hídrico (589,5 mm) na estação de Itaituba (Figura 4.1-66).

No mês de novembro se inicia o período de excedente hídrico, onde é garantido a elevação das vazões nas drenagens da região até o mês de maio, com 849,2 mm. Por outro lado a deficiência hídrica anual na estação de São Félix do Xingu é de 290,2 mm (Figura 4.1-66).

Figura 4.1-66 - Extrato do balanço hídrico normal mensal, déficit e excedente considerado para a região do empreendimento.



Fonte: ANA e INMET, 2016.

4.1.6 Ruído

O ruído é um agente físico que se encontra presente na maioria das nossas atividades diárias, seja em meio urbano ou rural, comumente gerados por instrumentos de trabalho, eletrodomésticos, veículos automotivos, etc. No caso de ambientes rurais, os ruídos são mais intensamente percebidos em atividades envolvendo tratores, motosserras, ferramentas manuais, etc. Suas origens podem ser as mais variadas, sendo muitas vezes de difícil percepção. A poluição sonora é resultado da propagação de ruídos produzidos por frequências sonoras incômodas ao ouvido humano (DANA et. al., sd.).

Vários pesquisadores confirmam que o ruído pode afetar de forma direta ou indireta, através de estresse ou perturbações no ritmo biológico, gerando distúrbio do sono e da saúde no cidadão urbano (CARMO, 1999). A exposição ao ruído tem reflexos em todo o organismo e não apenas no aparelho auditivo, como: distúrbios em todo o sistema circulatório, respiratório e digestivo, insônia, dor de cabeça, perda de concentração e atenção, estresse, ansiedade, agressividade, depressão, etc.

O ruído é juridicamente caracterizado como agente poluente e é resultante das diversas atividades desenvolvidas pelos seres humanos. Os problemas que lhe estão associados resultam, na maioria dos casos, da utilização conflituosa de espaços comuns ou de zonas contínuas.

O método mais utilizado para avaliar o ruído em ambientes é a aplicação das curvas NC (Noise Criterion) criadas por Beranek em pesquisas a partir de 1952. Em 1989 o mesmo autor publicou as Curvas NCB (Balanced Noise Criterion Curves), com aplicação mais ampla. No Brasil, os critérios para medição e avaliação do ruído em ambientes são fixados pelas Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ACÚSTICA E RUÍDOS, s.d.).

Neste contexto, foram realizadas medições dos níveis sonoros na área do entorno do projeto Coringa para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o respectivo

Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, com o intuito de caracterizar os níveis de ruído ambiental antes da etapa de instalação da Chapleau Exploração Mineral.

4.1.6.1 Material e Métodos

A caracterização de níveis de ruído no cenário atual do empreendimento compreendeu quatro etapas, conforme é apresentado na Figura 4.1-67, as quais serão detalhadas nos itens seguintes.

Figura 4.1-67 - Resumo metodológico da caracterização dos níveis de ruído.



Inicialmente foi realizado um trabalho de reconhecimento da área através de análise de bases cartográficas e avaliação dos possíveis pontos a serem adotados na caracterização dos níveis de ruído. Embora apenas um ponto esteja dentro da área de influência (no caso, All), ressalta-se que o critério utilizado para definição dos mesmos é a presença de habitações na área do entorno do projeto. Definidos os pontos, foi executada a campanha de campo para confirmação dos mesmos e amostragem de dados, seguida pela compilação e cálculos dos resultados obtidos e elaboração do presente documento.

Para as medições das pressões sonoras foi utilizado um medidor de pressão sonora portátil (Figura 4.1-68a) da marca INSTRUTHERM, modelo DEC-490 em conformidade

com a norma ISO/IEC 17025 e a IEC 60651:2001 Classe II e ANSI S1.4 Classe II, calibrado pela INSTRUTHERM, cujo certificado encontra-se no Anexo I.

Utilizou-se nas medições a curva de ponderação “A”, para que o medidor perceba o som como é ouvido pelo ser humano, com circuito de resposta lenta (“Slow”, indicado para medir a média do nível sonoro). A escala de nível sonoro foi graduada para a faixa de 30dB~130dB. O equipamento possui um microfone de eletreto de 1/2”, e para que o vento não interfira nos resultados das medições foi utilizado um componente esponjoso esférico para abafar o ruído do vento (windscreen).

O tempo de duração de cada medição foi de 15 minutos, com intervalos de registros a cada 05 segundos, efetuando também os registros dos máximos e mínimos.

Foi realizada verificação do medidor de Nível de Pressão Sonora (NPS) com calibrador acústico da marca INSTRUTHERM, modelo C-4000 (Figura 4.1-68b), em conformidade com a IEC 942, Classe 2, imediatamente antes e após cada período de medição.

Figura 4.1-68 - (a) Medidor de nível sonoro portátil; (b) Calibrador acústico.



(a)



(b)

As medições foram realizadas de acordo com as determinações estabelecidas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, utilizando a norma NBR 10151/2000 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.

Os resultados obtidos neste estudo foram comparados com os Níveis de Critério de Avaliação (NCA), conforme a NBR 10.151 (ABNT, 2000). Os níveis de referência dependem do tipo de área onde se situa o receptor e do período do dia (diurno ou noturno), conforme apresentado no Quadro 4.1-3.

Quadro 4.1-3 - Nível de Critério de Avaliação para ambientes externos.

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO dB(A)	NOTURNO dB(A)
Áreas de sítios e fazendas	40	35

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO dB(A)	NOTURNO dB(A)
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação de recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151 (ABNT, 2000).

Para efeito de comparação com o NCA, foi calculado o Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}), obtido através do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição, calculado através da Equação (a).

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} + \sum_{i=1}^n 10 \frac{L_i}{10} \quad (a)$$

Onde:

L_i é o nível de pressão sonora, em dB(A), a cada 5 segundos durante o tempo de medição do ruído;

n é o número total de leituras.

Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}), em dB(A) é o nível que, na hipótese de poder ser mantido constante durante o período de medição, acumularia a mesma quantidade de energia acústica que os diversos níveis variáveis acumulam no mesmo período.

O L_{ra} é o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão (ABNT, 2000).

Se o nível de ruído ambiente (L_{ra}) for superior ao valor do Quadro 4.1-3 para área e o horário em questão, o NCA assume o valor do L_{ra} .

4.1.6.1.1 Pontos de Medição

As medições dos níveis de ruído que compõe o presente *background* foram realizadas nos dias 04, 05 e 06 de maio de 2016 em 04 pontos. Todos os pontos estão descritos no Quadro 4.1-4 e podem ser observados na Figura 4.1-69.

Quadro 4.1-4 - Localização dos pontos de medição dos níveis de ruídos.

	PROJETO CORINGA	
	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL	

PONTOS	COORDENADAS		DESCRIÇÃO
	LATITUDE	LONGITUDE	
PR01	7° 30' 15,530" S	55° 3' 15,689" W	Fazenda Machado
PR02	7° 36' 26,561" S	55° 2' 3,617" W	Fazenda Sr. Júlio César
PR03	7° 36' 7,250" S	55° 3' 25,027" W	Sítio Sra. Marília
PR04	7° 37' 47,032" S	55° 10' 4,087" W	Sítio Sr. Brás Maria

As medições foram realizadas em áreas do assentamento e fazendas, portanto foram adotados como Nível de Critério de Avaliação para os 04 pontos de medição o nível de 40 dBA para o período diurno e 35 dBA para o período noturno.

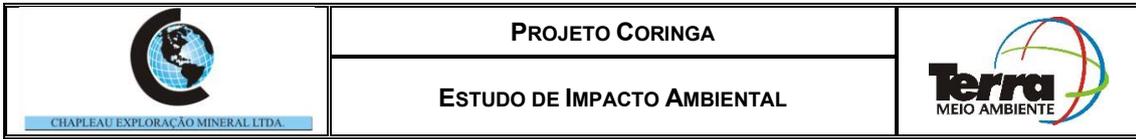


Figura 4.1-69 - Mapa de localização dos pontos de ruídos.

FIGURA EM A3

4.1.6.2 Resultados

Na Tabela 4.1-4 são apresentados os valores máximos (L_{mx}) e os mínimos (L_{mn}) dos níveis sonoros que foram registrados para compor este relatório, além dos Níveis de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) que foram calculados para todos os pontos de monitoramento. E para efeito de comparação, são apresentados também os níveis estabelecidos pela ABNT - NBR 10151/2000, Níveis de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, definidos anteriormente para a área do empreendimento.

Tabela 4.1-4 - Resultados do monitoramento dos níveis de ruído.

PONTO	TERMINOLOGIA	RESULTADOS [dB(A)]			
		DIURNO	NCA	NOTURNO	NCA
PR01	L_{mx}	79,60		73,40	
	L_{mn}	36,30	40	42,40	35
	L_{Aeq}	57,37		52,41	
PR02	L_{mx}	60,00		56,80	
	L_{mn}	37,20	40	40,20	35
	L_{Aeq}	43,73		46,39	
PR03	L_{mx}	55,00		58,00	
	L_{mn}	38,40	40	49,90	35
	L_{Aeq}	46,38		52,88	
PR04	L_{mx}	68,20		67,10	
	L_{mn}	36,80	40	43,10	35
	L_{Aeq}	48,69		54,76	

L_{mx} – Nível de pressão sonora máximo; L_{mn} – Nível de pressão sonora mínimo

4.1.6.2.1 Ponto PR01

Os níveis sonoros registrados no ponto PR01 durante o período diurno sofreram variação de 36,30 (L_{mn}) a 79,60 (L_{mx}) dBA. A partir dos registros do decibelímetro, o resultado do Nível de Pressão Sonora Equivalente foi de 57,37 dBA (Figura 4.1-70), estando acima da referência máxima indicada na norma NBR 10151 (ABNT, 2000).

Como as atividades decorrentes da instalação do projeto ainda não iniciaram, não houveram ruídos advindos da mesma. Foi observado que os ruídos gerados no local foram originados dos sons emitidos por pássaros diversos, galos, do fofatório dos moradores da fazenda e do latido de cachorros (Figura 4.1-72a).

Portanto, como o resultado do L_{Aeq} calculado foi superior ao valor de referência da norma NBR 10151 (2000), o mesmo será considerado como nível máximo para posterior comparação ao período diurno no ponto PR01.

Na medição realizada no período noturno (Figura 4.1-72b) o mínimo e o máximo níveis de ruídos indicados pelo medidor foram 42,40 e 73,40 dBA, respectivamente. De acordo com os níveis registrados, o cálculo do Nível de Pressão Sonora Equivalente resultou

em 52,41 dBA, superando o Nível de Critério de Avaliação (35 dBA) estabelecido na Norma, conforme apresentado na Figura 4.1-71.

Os ruídos registrados no período noturno foram decorrentes do falatório dos habitantes da fazenda, dos latidos de cachorros, dos mungidos dos gados e dos animais de hábitos noturnos (Figura 4.1-72b).

Assim como o resultado do L_{Aeq} diurno foi adotado como novo NCA, o valor de 52,41 dBA (L_{Aeq}), que resultou da medição noturna, também será adotado como Nível de Critério de Avaliação para comparação posteriormente, conforme especificação do item 6.2.4 da NBR 10.151:2000.

Figura 4.1-70- Níveis de ruídos registrados no ponto PR01 durante o período diurno.

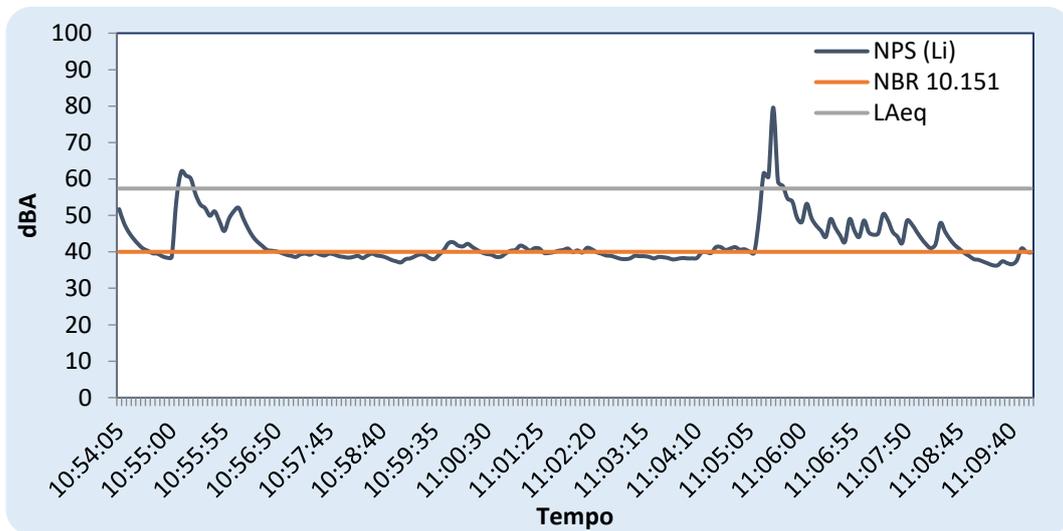


Figura 4.1-71 - Níveis de ruídos registrados no ponto PR01 durante o período noturno.

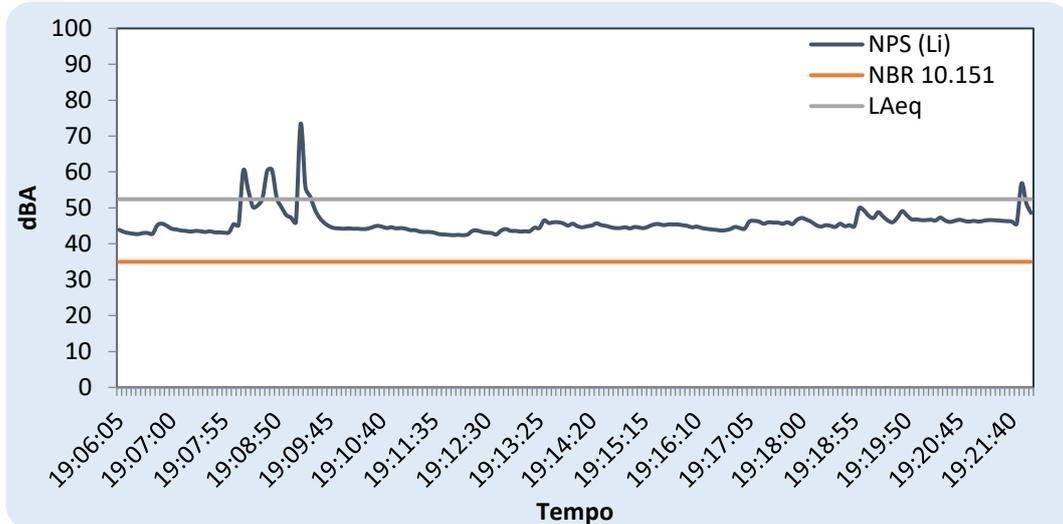


Figura 4.1-72- Registro fotográfico das medições no ponto PR01 nos períodos diurno (a) e noturno (b).

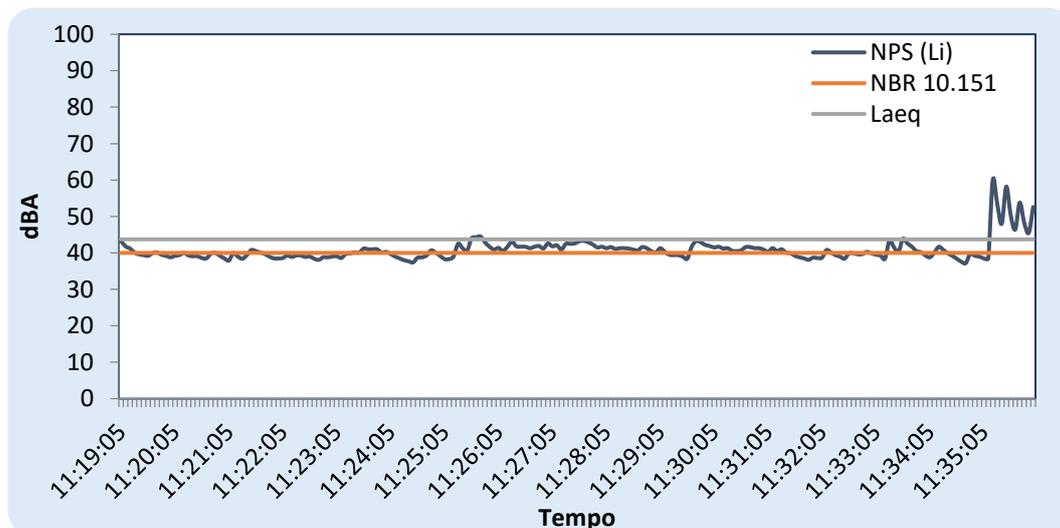


4.1.6.2.2 Ponto PR02

As medições realizadas no ponto PR02, durante o período diurno, indicaram que os níveis sonoros variaram entre o L_{mn} de 37,20 ao L_{mx} de 60,00 dBA, resultando em um L_{Aeq} de 43,73 dBA, conforme ilustrado na Figura 4.1-73. De acordo com o Nível de Critério de Avaliação determinado pela Norma de referência, o resultado do Nível de Pressão Sonora Equivalente se apresenta ligeiramente acima do valor recomendado para uma área de sítios e fazendas (40 dBA, período diurno). Portanto, o NCA assume o valor do L_{ra} .

Como não havia nenhuma atividade relacionada aos trabalhos da Chapleau Exploração Mineral, os sons registrados pelo medidor sonoro foram provocados pelo canto dos pássaros, latidos de cachorros e pelo falatório dos habitantes da fazenda.

Figura 4.1-73 - Níveis de ruídos registrados no ponto PR02 durante o período diurno.



No período noturno, o decibelímetro registrou o L_{mn} de 40,20 dBA, variando até L_{mx} de 56,80 dBA, onde o resultado do Nível de Pressão Sonora Equivalente foi de 46,39 dBA (Figura 4.1-74). De acordo com os ruídos registrados neste ponto, o L_{Aeq} superou o valor do NCA preconizado na NBR 10151/2000 para este período e área (35 dBA), sendo assim, o valor do Nível de Critério de Avaliação para comparação deverá assumir o mesmo valor do L_{Aeq} (46,39 dBA).

Durante a medição no período noturno (Figura 4.1-75b), os ruídos gravados pelo decibelímetro foram provenientes dos sons provocados por um caminhão e um trator em funcionamento e pelos animais de hábitos noturnos.

Figura 4.1-74 - Níveis de ruídos registrados no ponto PR02 durante o período noturno.

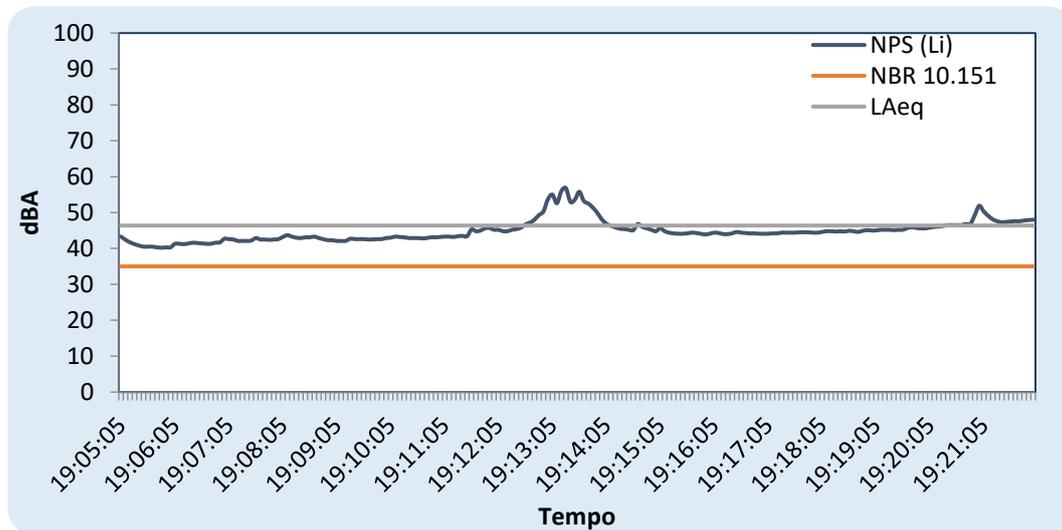


Figura 4.1-75 - Registro fotográfico das medições no ponto PR02 nos períodos diurno (a) e noturno (b).



(a)



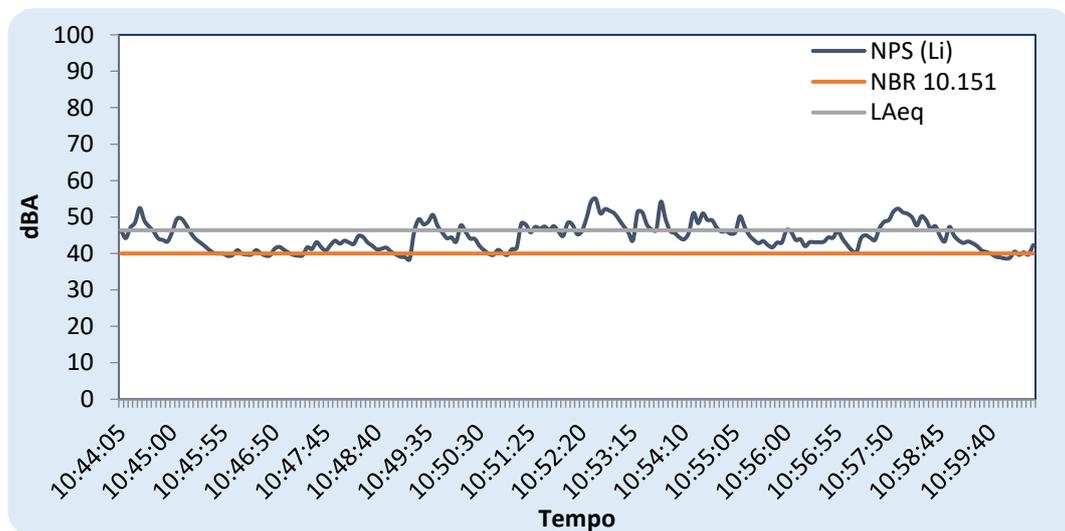
(b)

4.1.6.2.3 Ponto PR03

Os níveis sonoros registrados no ponto PR03 apresentaram uma variação entre 38,40 e 55,00 dBA, L_{mn} a L_{mx} , respectivamente (Figura 4.1-76). Os níveis sonoros resultaram em um Nível de Pressão Sonora Equivalente de 46,38 dBA, excedendo limite para uma área de sítios e fazendas (40 dBA, período diurno), onde o valor do L_{Aeq} para este período será considerado como a partir de então como o novo valor para NCA.

Neste ponto, os ruídos medidos (Figura 4.1-78a) foram oriundos do falatório dos moradores, do canto dos pássaros e galos.

Figura 4.1-76 - Níveis de ruídos registrados no ponto PR03 durante o período diurno.



Os ruídos registrados durante a medição noturna (Figura 4.1-77) variam entre o máximo e mínimo de 49,90 a 58,00 dBA, respectivamente. De acordo com níveis sonoros registrados pelo decibelímetro, o cálculo do Nível de Pressão Sonora Equivalente resultou em 52,88 dBA, excedendo o valor máximo admitido na NBR 10151 (2000). Como o resultado do L_{Aeq} superou o NCA, o mesmo passa a admitir o valor do L_{Aeq} 59,44 (dBA).

Durante o período noturno (Figura 4.1-78b), os ruídos foram provocados pelo falatório dos moradores da residência e pelos sons emitidos pelos animais de hábitos noturnos.

Figura 4.1-77 - Níveis de ruídos registrados no ponto PR03 durante o período noturno.

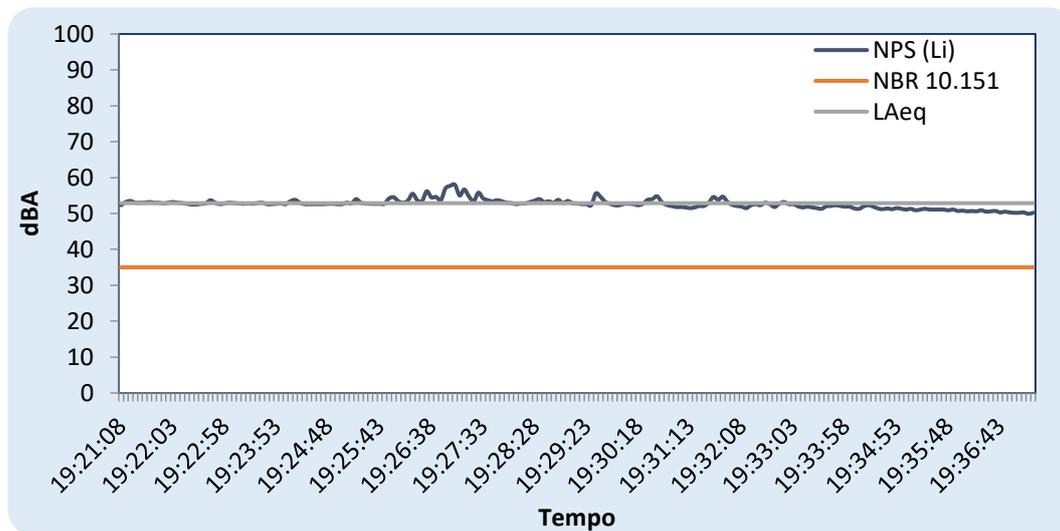


Figura 4.1-78 - Registro fotográfico das medições no ponto PR03 nos períodos diurno (a) e noturno (b).



(a)



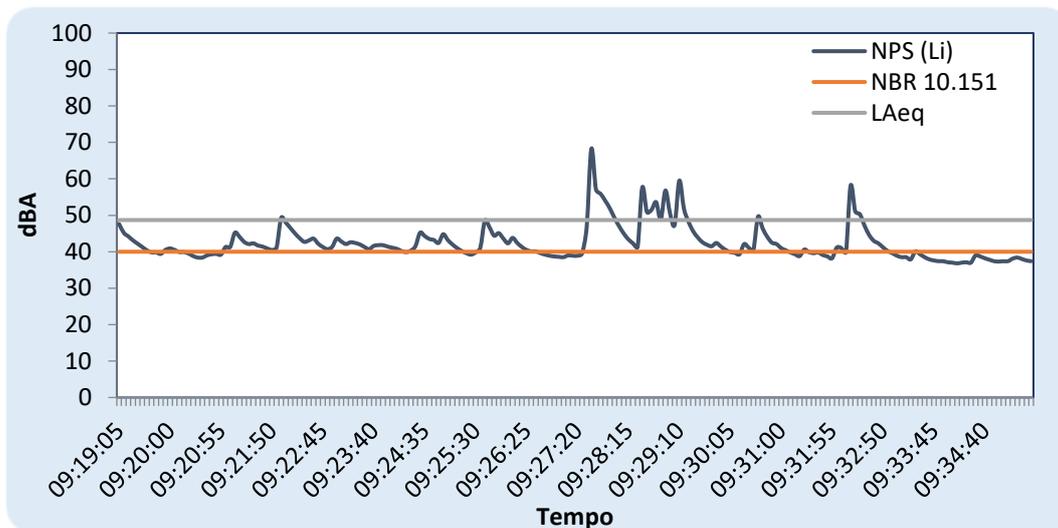
(b)

4.1.6.2.4 Ponto PR04

Os níveis sonoros gravados pelo decibelímetro durante o período diurno variaram entre 36,80 e 68,20 dBA, resultando em um Nível de Pressão Sonora Equivalente de 48,69 dBA. O valor do NCA foi superado pelo resultado do L_{Aeq} , portanto, o valor adotado para comparação (NCA) será o mesmo valor do Nível de Pressão Sonora Equivalente (48,69 dBA).

No período da medição (Figura 4.1-81a), foi observado que os ruídos gravados pelo medidor sonoro foram provenientes do falatório do morador da residência; pelos sons emitidos pelos pássaros, galos, patos e cachorros.

Figura 4.1-79 - Níveis de ruídos registrados no ponto PR04 durante o período diurno.



Durante a medição noturna, a variação nos níveis de ruídos foi entre 43,10 e 67,10 dBA, L_{mn} e L_{mx} , respectivamente, onde a partir dessa variação chegou-se ao Nível de Pressão Sonora Equivalente de 54,76 dBA. É observado (Figura 4.1-80) que todos os níveis de ruídos registrados pelo decibelímetro estiveram acima do limite estabelecido pela Norma Regulamentadora (35 dBA, período noturno). Portanto, o valor de referência (NCA) será, a partir de então, o mesmo valor do L_{Aeq} .

Neste período de medição no ponto PR04 (Figura 4.1-81b), os ruídos foram provocados, principalmente, por latidos de cachorros, pela passagem de um carro e um caminhão e pelos sons emitidos pelos animais de hábitos noturnos.

Figura 4.1-80 - Níveis de ruídos registrados no ponto PR04 durante o período noturno.

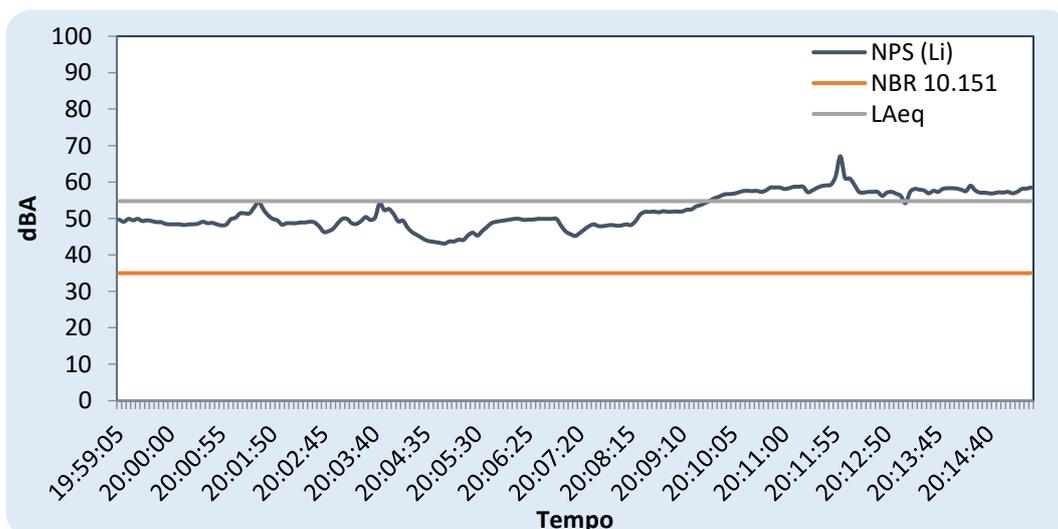


Figura 4.1-81- Registros fotográficos das medições no ponto PR04 nos períodos diurno (a) e noturno (b).



4.1.6.2.5 Considerações

A partir dos resultados apresentados no capítulo anterior, observou-se que em todos os pontos de monitoramento e em todos os períodos de medição (diurno e noturno) os níveis sonoros (L_{ra}) se apresentaram acima dos Níveis de Critérios de Avaliação designados na NBR 10151 (ABNT, 2000).

É sabido que as atividades da Chapleau Exploração Mineral que, possivelmente, deverão ser fonte geradora de ruído ainda não iniciaram. Logo, para cada ponto e período de medição serão adotados novos valores de referência, já que em todas as medições os resultados (L_{Aeq}) superaram os valores de NCA.

Portanto, seguindo as instruções estabelecidas no item 6.2.4 da NBR 10151/2000, os pontos de medição dos níveis de ruídos passam a ter novos valores de referência para servirem de comparação em monitoramentos futuros, obedecendo a área e período de medição, de acordo como especificado na Tabela 4.1-5.

Tabela 4.1-5 - NCA de ruído na área de influência do empreendimento.

PONTO	NCA DB(A)	
	DIURNO	NOTURNO
PR01	57,37	52,41
PR02	43,73	46,39
PR03	46,38	52,88
PR04	48,69	54,76

4.1.7 VIBRAÇÃO

As fontes de vibração podem ser naturais ou oriundas das atividades humanas. As fontes naturais estão ligadas a fenômenos como os terremotos e o efeito de ventos fortes em estruturas como prédios altos e pontes. As formas de vibração geradas pelo ser humano normalmente estão relacionadas à operação de máquinas industriais, tráfego rodoviário e ferroviário, atividades ligadas à construção civil e ao desmonte de rochas.

O objeto da avaliação da vibração ambiental é o estudo de impacto das vibrações mecânicas e a probabilidade de danos à saúde, ao bem estar e às estruturais das edificações, ocasionados pela energia vibratória.

Reil (1998) menciona que os três principais fatores relacionados à vibração no solo determinantes para as estruturas construídas vibrarem, são:

- Velocidade de vibração máxima de partícula e vibração resultante (VR);
- Duração da vibração;
- Frequência de vibração.

Na indústria da mineração, o uso de explosivos é uma das operações mais comuns na etapa do desmonte de rochas, possuindo um custo baixo em relação ao desmonte mecânico, além de garantir eficiência na fragmentação de quase todos os tipos de minérios (FERREIRA, 2015).

Porém o desmonte de rocha com uso de explosivo, quando executado sem a condução de um planejamento adequado da atividade, causa desconforto humano, uma vez que coloca em risco não apenas a saúde dos trabalhadores expostos a esta atividade como também a saúde da população do entorno e suas estruturas, além de ter potencial para causar danos ao meio ambiente. Dentre os principais impactos relacionados com o desmonte de rochas realizado com explosivos, o ruído e a vibração são os que mais estão sujeitos às reclamações da vizinhança no entorno das áreas de mineração. O ultralancamento, a poeira, além de modificações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio são outros impactos gerados por esta etapa de fragmentação das rochas com o uso de explosivos (DE PONTES et al., 2013).

Existe a possibilidade da propagação de vibrações no terreno provocarem trincas em construções, porém seu desconforto ambiental à população, geralmente, se reduz ao incômodo causado pela sensação de vibração ou tremor das edificações, provenientes da oscilação ou queda de objetos (DALLORA NETO, 2004).

Outro parâmetro causador de grande reclamação por parte de moradores vizinhos aos locais de detonação em uma área de lavra é o ruído. Para Persson et al. (1994), o principal colaborador para a geração dos ruídos é a grande quantidade de massa de ar

que é movimentada pela detonação, tornando determinante o grau de confinamento do explosivo em cada furo da malha do plano de fogo, já que a falta de contato entre explosivo e rocha provocará a dissipação da sobrepressão acústica na atmosfera, portanto quanto maior o confinamento do explosivo melhor será a fragmentação do maciço rochoso e menor será o efeito do ruído.

Sánchez (1995) e Eston (1998) consideram que as principais fontes de sobrepressão acústica em desmonte de rochas com explosivos, estão relacionadas à liberação de gases através de fraturas das rochas e da parte superior da coluna de explosivos com a ejeção do tampão. Além da detonação de explosivos não confinados e a refração das ondas sísmicas através da atmosfera.

As vibrações afetam as pessoas de muitas formas causando desconforto, problemas de saúde, diminuição da capacidade de concentração e eficiência no trabalho ou enjôo, no caso de vibrações de baixíssima frequência.

A forma pela qual a vibração estrutural dos prédios influencia o conforto dos ocupantes depende da frequência, da direção que atinge o corpo humano e de seu comportamento ao longo do tempo, se contínua, intermitente ou transitória. Além disso, a percepção e tolerância à vibração dependem do local, do tipo de atividade, do horário e da expectativa de conforto e privacidade das pessoas. Uma avaliação precisa da aceitabilidade das vibrações e o estabelecimento de limites quanto ao conforto ambiental podem ser feitos somente com conhecimento desses fatores.

Por outro lado, não há evidência conclusiva que suporte uma relação universal de dependência entre o nível de conforto e o tempo de exposição à vibração.

A apresentação e a avaliação dos resultados que compõe este estudo têm como objetivo oferecer um levantamento do *background* de vibração na área de influência do projeto Coringa, visando o acompanhamento futuro, conforme a legislação ambiental vigente, devido ao potencial modificador decorrente das atividades a serem implantadas.

4.1.7.1 Material e Métodos

A medição foi efetuada utilizando-se um sismógrafo da marca GEOSONICS®, modelo SSU 3000 EZ+ com características e número de série descritos abaixo:

- Geofone composto de três transdutores posicionados tri-ortogonalmente (L, T e V) e um microfone, com faixas de captação de velocidade de vibração de partícula e pressão acústica, conforme descrito no Quadro 4.1-5.

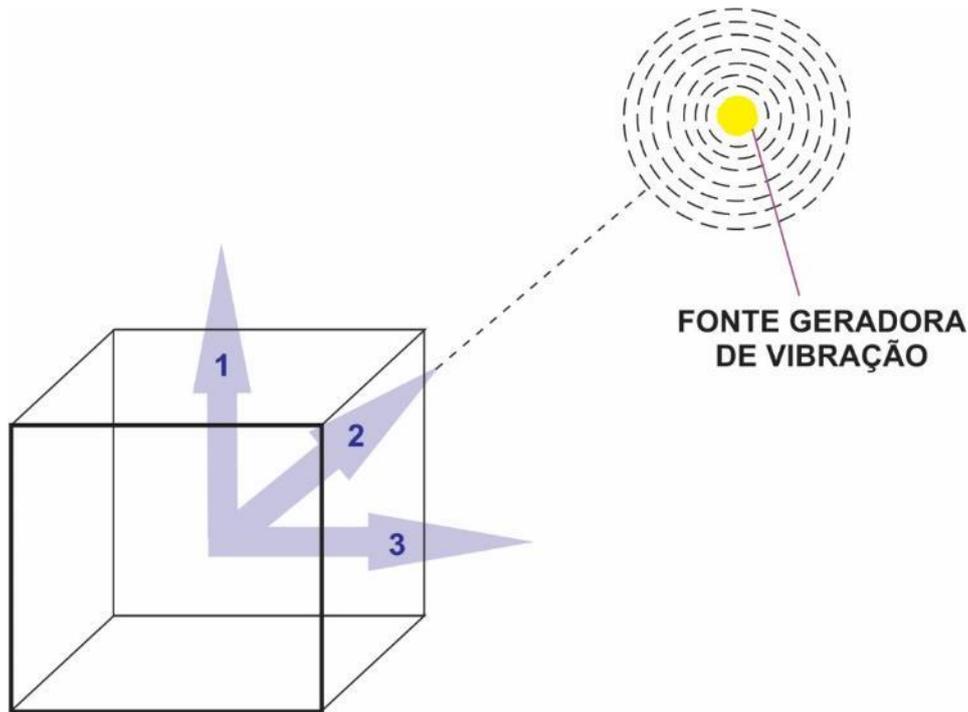
O Quadro 4.1-5 apresenta dados da calibração e características da unidade, cujo certificado está no Anexo II.

Quadro 4.1-5 - Informações da calibração do equipamento

CÓDIGO	FAIXA DE CAPTAÇÃO			CERTIFICADO	DATA DE CALIBRAÇÃO	VALIDADE
	Vibração (mm/s)	Frequência (Hz)	Acústica (dBL)			
SN 28024	Atpe 250	2 a 250 (3dB)	78 a 142	119/15	14/12/2015	Dez/2016

O sismógrafo foi programado para operar no modo contínuo (histograma), por ser este o usualmente utilizado para esse tipo de monitoramento (fontes geradoras de vibrações contínuas), registrando os valores de pico de velocidade de partícula, e respectiva frequência, em cada componente ortogonal: vertical (V(1)), longitudinal (L(2)) e transversal (T(3)) (Figura 4.1-82), a cada 30 segundos, durante 30 minutos.

Figura 4.1-82 Diagrama de captação do equipamento.



- 1 – Componente vertical
- 2 – Componente longitudinal
- 3 - Componente transversal

Os dados das medições foram baixados e então gerados os relatórios de análise sísmográfica (Anexo III), que apresentam os valores de pico de velocidade de vibração de partícula obtidos a cada 30 segundos, onde as componentes ortogonais longitudinal, transversal e vertical são representadas respectivamente por L, T e V.

A direção longitudinal é definida pelos pontos de origem da vibração e de captação enquanto que a direção transversal é definida como a direção no plano horizontal

perpendicular à direção longitudinal. A direção vertical é definida pelo plano perpendicular às demais.

4.1.7.1.1 Pontos de Medição

Foi realizado o levantamento da vibração ambiente em quatro pontos distribuídos de forma a possibilitar a determinação de um *background* da área de influência do projeto.

Os pontos escolhidos são coincidentes aos pontos de medição de níveis de ruído, uma vez que ambos os componentes são voltados aos impactos em áreas habitadas por populações humanas. A localização dos pontos de medição é apresentada conforme detalhado no Quadro 4.1-6. As medições foram realizadas em fevereiro e maio de 2016, de acordo com o mapa de localização dos pontos de medição (Figura 4.1-84) durante um período aproximado de 30 minutos, em cada ponto.

Quadro 4.1-6 - Localização dos pontos de medição primários de vibração.

PONTO	COORDENADAS			
	LATITUDE	LONGITUDE	LESTE	NORTE
PV 01	7° 30' 15,530" S	55° 3' 15,689" W	714699	9170024
PV 02	7° 36' 26,561" S	55° 2' 3,617" W	716858	9158614
PV 03	7° 36' 7,250" S	55° 3' 25,027" W	714365	9159219
PV 04	7° 37' 47,032" S	55° 10' 4,087" W	702118	9156206

A instalação do equipamento para a medição considerou as instruções especificadas na NBR 9653:2005 a respeito do posicionamento de transdutores e equipamentos. Desse modo, o Geofone foi cravado em solo firme conforme ilustrado na Figura 4.1-83.

Figura 4.1-83 - Equipamento cravado em solo firme: (A) ponto PV 01; (B) ponto PV 02; (C) ponto PV 03; (D) ponto PV 04.



(A)



(B)



(C)



(D)

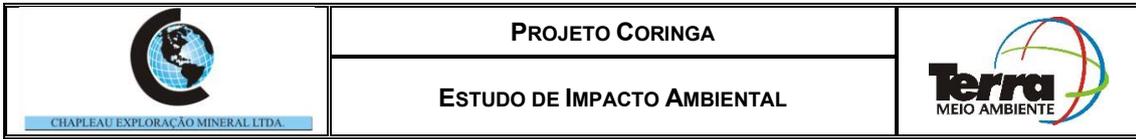


Figura 4.1-84 - Mapa de localização dos pontos de vibração.

FIGURA EM A3

4.1.7.1.2 Limites Adotados

● Danos

No Brasil, a ABNT, através da NBR 9653:2005, estabelece os seguintes limites para prevenção de danos superficiais em edificações causados por detonações de rocha (evento impulsivo) com o uso de explosivos, conforme descrito na Tabela 4.1-6.

Tabela 4.1-6 Limites segundo a NBR 9653:2005.

FAIXA DE FREQUÊNCIA	LIMITE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO	PRESSÃO ACÚSTICA
4 a 15 Hz	15 a 20 mm/s	134 dBL
15 a 40 Hz	20 a 50 mm/s	
Acima de 40 Hz	50 mm/s	

Nota: Para valores de frequência abaixo de 4 Hz deve ser utilizado como limite o critério de deslocamento de partícula de pico de no máximo 0,6mm (de zero a pico).

● Desconforto

No que se refere aos efeitos provocados sobre as pessoas que ocupam os imóveis que sofrem o impacto de vibrações, alguns trabalhos publicados, como o de Wiss e Parmelee, 1974, indicam faixas de vibração que podem ser classificadas como:

- Levemente perceptíveis, a partir de 0,3 mm/s até 1,5 mm/s,
- Bastante perceptíveis (desconforto), variando de 1,5 mm/s até 8 mm/s
- Fortemente perceptíveis (incômodo) entre 8 mm/s e 25 mm/s.

Acima deste nível de vibração, a sensação passa a ser considerada como intolerável.

● Incomodidade

Os efeitos da vibração também podem ser abordados pelo critério de incomodidade. Com uma velocidade da partícula peak (PVP) de 0,14 mm/s a vibração já pode ser perceptível. A partir de 0,3 mm/s a vibração já é perceptível no ambiente residencial, em 1 mm/s pode motivar reclamações, mas pode ser tolerada se a causa da mesma for previamente avisada e em 10 mm/s a vibração é intolerável mesmo que seja por breve exposição (BRITISH..., 2009).

A norma ISO 2631-2:2003 afirma que a vibração pode ser intolerável para os ocupantes de uma edificação devido à sensação física de movimento que interfere em algumas atividades como o sono e conversação. O efeito da incomodidade também é causado pelo ruído gerado pela vibração de janelas e movimentação de objetos. Os limites de incomodidade para os ocupantes de uma edificação não são dados na versão de 2003 da referida norma, sendo, portanto, considerado o da versão de 1997 como ilustra a Tabela 4.1-7.

Nesse caso, a variável utilizada para quantificação da vibração em uma superfície é a velocidade da partícula peak (PVP), pois tem conotação de tensão, sendo esta relacionada com os principais danos estruturais. A aceleração está relacionada com a deformação sendo adotada por sismologistas em análises de terremotos (ATTEWELL; SELBY; UROMEIHY, 1989). A velocidade da partícula peak (PVP) indica o máximo valor do movimento de uma partícula em um ponto da superfície ou de uma estrutura. A PVP deve ser analisada pelo vetor resultante das medidas nos três eixos ortogonais (X, Y, Z) em função do tempo, mas haverá situações em análises estruturais em que velocidades em eixos específicos devem ser monitoradas. (ATTEWELL; SELBY; O'DONNELL, 1992).

Tabela 4.1-7 - Limites da PVP em mm/s da norma ISO 2631-2 (1997).

TIPOS DE EDIFICAÇÃO	DIURNO PVP (MM/S)	NOTURNO (MM/S)
Hospitais	0,10	0,010
Residências	0,40	0,14
Escritórios	0,40	0,40
Oficinas	0,80	0,80

4.1.7.2 Resultados

Na Tabela 4.1-8, são apresentados os valores de vibração e pressão acústica, registrados durante o período de monitoramento realizado em cada ponto. No Quadro 4.1-7 são apresentadas as unidades utilizadas e suas correspondentes segundo o Sistema Internacional de Unidades.

Tabela 4.1-8 - Resumo das medições sismográficas.

Dia	Período		Ponto	Velocidade de partícula de pico/frequência						Pressão acústica de pico (dB)
	Início	Fim		L	Fre.	T	Fre.	V	Fre.	
	Hora	Hora		(mm/s)	(Hz)	(mm/s)	(Hz)	(mm/s)	(Hz)	
04/05/16	11:25	11:55	PV 01	0,19	0,4	0,19	0,5	0,13	8,3	84
06/05/16	09:05	9:35	PV 02	0,38	125	0,19	125	0,19	4,8	86
05/05/16	09:40	10:10	PV 03	0,19	0,4	0,19	18,5	0,19	17,2	82
06/05/16	10:23	10:53	PV 04	0,19	0,4	0,19	0,6	0,13	21,7	90

Onde:

Fre - Frequência de vibração de partícula;

L - Velocidade de vibração de partícula de pico longitudinal (direção do fogo detonado);

T - Velocidade de vibração de partícula de pico perpendicular à longitudinal, no plano horizontal;

V - Velocidade de vibração de partícula de pico perpendicular ao plano determinado por L e T;

Quadro 4.1-7 - Unidades segundo o Sistema Internacional de Unidades.

Unidades de medidas segundo SI	
Pico de velocidade de vibração de partícula (PPV)	Pico de pressão acústica (PA)
1 in/s → 0,0254 m/s → 25,4 mm/s	134 dBL → 100 Pa (Pascal)

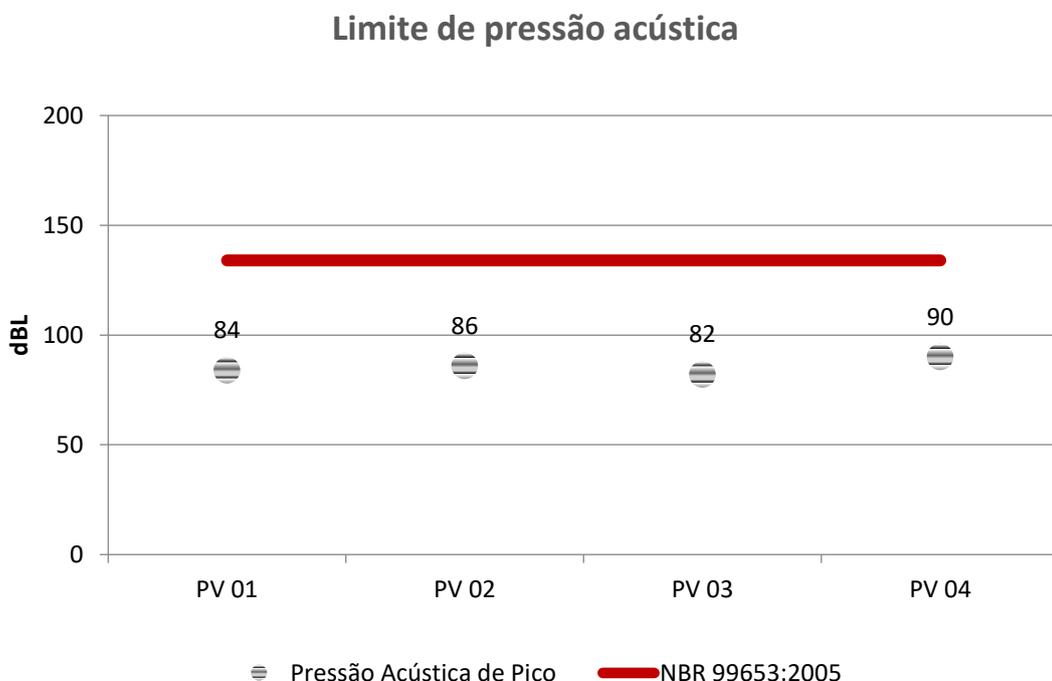
A incerteza expandida de medição (U) (Quadro 4.1-8) relatada é declarada como a incerteza padrão multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, o qual para uma distribuição t com ν_f (graus de liberdade efetivos) corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

Quadro 4.1-8 - Incerteza expandida de medição.

Incertezas de Medição (U)		
Canal Longitudinal, Transversal e Vertical	PPV	PA
	0,01 in/s (0,254 mm/s).	1 dBL

Em relação ao pico de pressão acústica atingido em cada ponto, todas as medições indicaram valores abaixo do máximo especificado na norma NBR 9653, conforme a Figura 4.1-85.

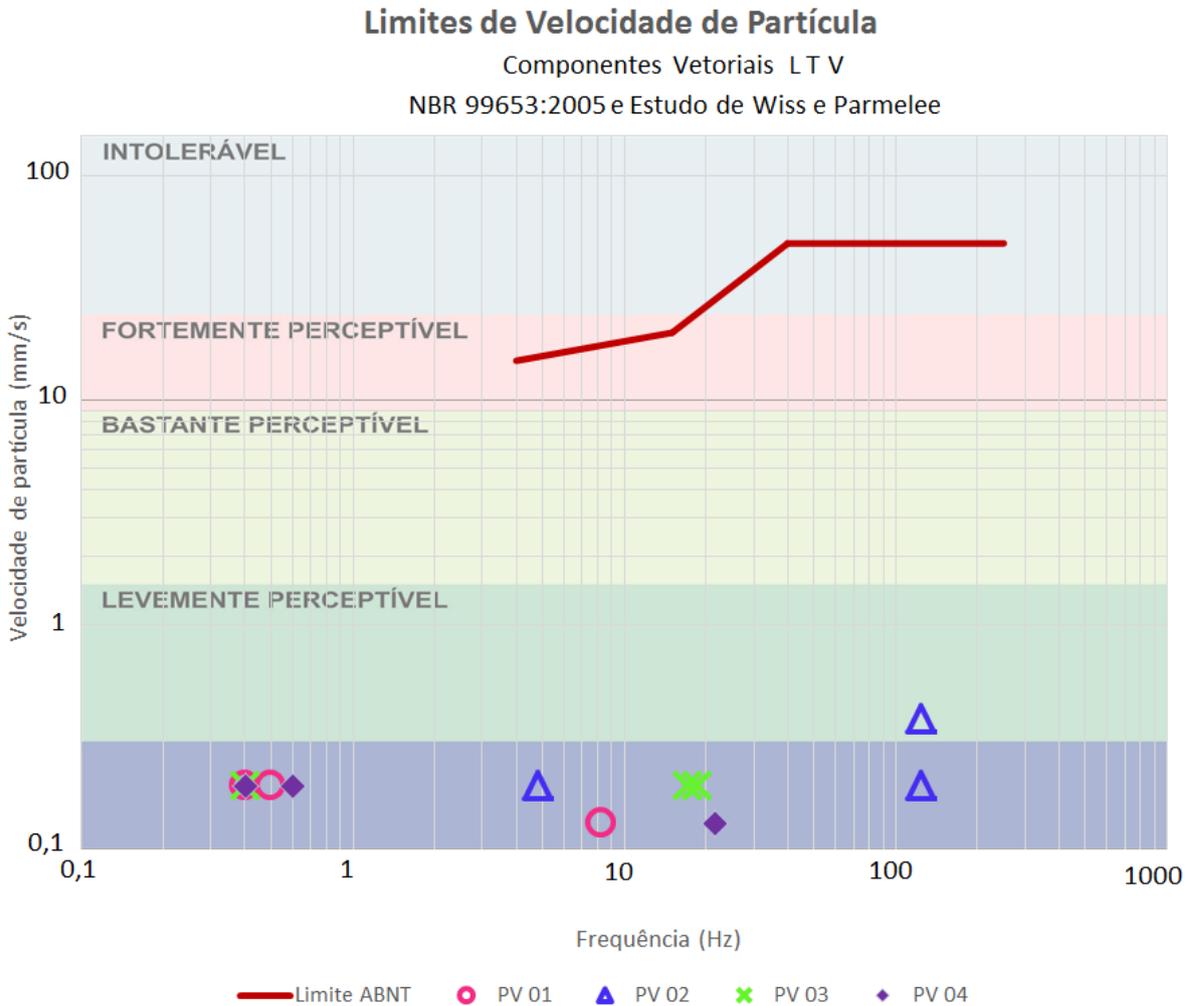
Figura 4.1-85 - Comparação dos resultados dos picos de pressão acústica com os limites da NBR.



Na Figura 4.1-86 são apresentados os resultados obtidos durante o período de monitoramento nos referidos locais onde foi instalado o sismógrafo, comparando-os

com as faixas de limite de conforto ambiental e com a linha representativa dos limites definidos pela NBR9653, em função da frequência (em vermelho).

Figura 4.1-86 - Comparação dos resultados com os limites da NBR e de percepção.



Conforme ilustrado pela Figura 4.1-86, todos os resultados obtidos durante o período de monitoramento ficaram abaixo dos limites de danos preconizados pela NBR 9653, norma utilizada como parâmetro de comparação conforme descrito neste relatório.

De acordo com o estudo de Wiss e Parmelee, utilizado como referência neste estudo, os resultados obtidos nos pontos monitorados ficaram no início ou abaixo da faixa LEVEMENTE PERCEPTÍVEL (Figura 4.1-86).

Para a incomodidade abordada na norma ISO 2631-2:2003, as medições também se mantiveram dentro do padrão especificado para residências.

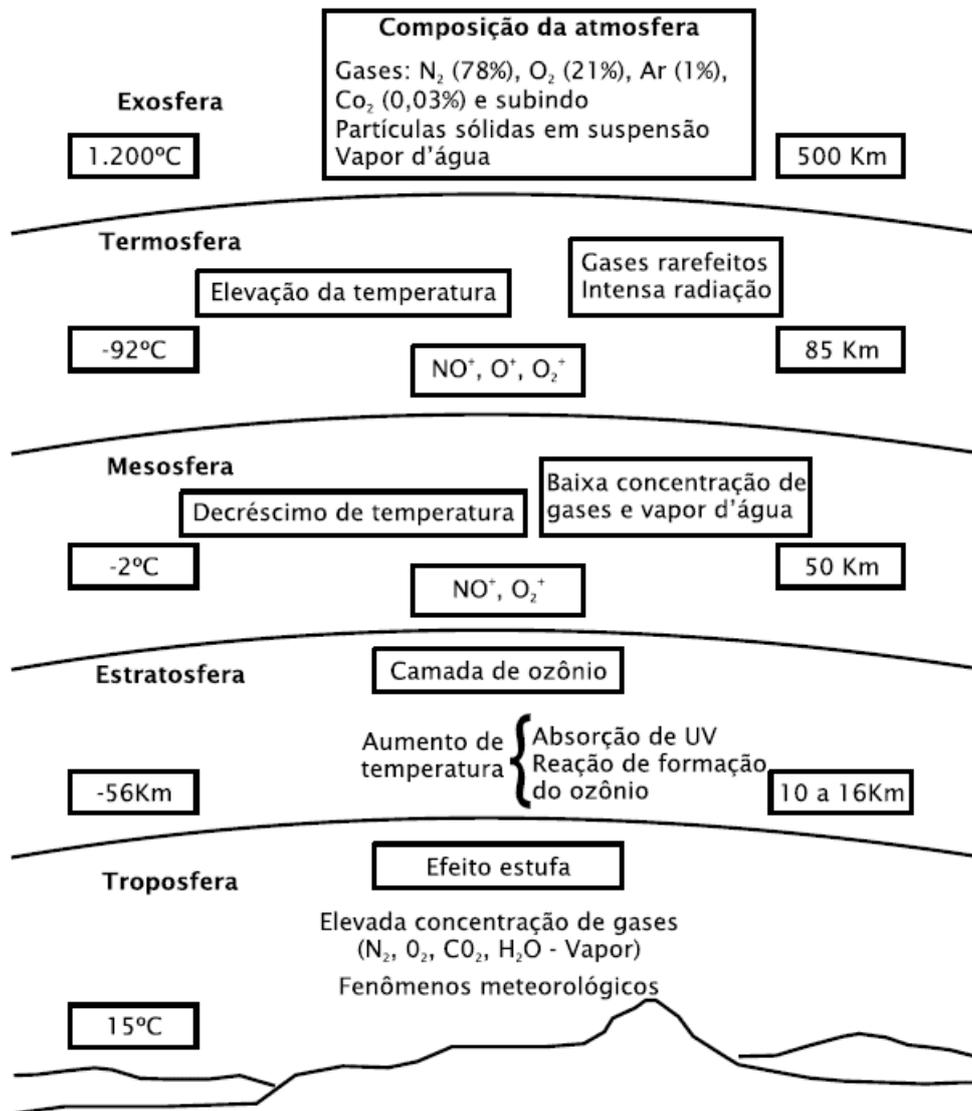
4.1.8 QUALIDADE DO AR

O ar atmosférico (99%) encontra-se numa fina camada que recobre a terra, localizando-se nos primeiros trinta quilômetros de altitude; sendo que, 50% estão localizados nos primeiros cinco quilômetros (Vieira, 2009).

Do ponto de vista ambiental, destacam-se duas camadas na atmosfera: a troposfera, onde ocorre a maioria dos fenômenos relacionados com a poluição do ar e a estratosfera, onde ocorrem os fenômenos da depleção da camada de ozônio.

A Figura 4.1-87 apresenta as interações atmosféricas, a composição da atmosfera e os poluentes do ar detalhados por camada da atmosfera.

Figura 4.1-87 - Camadas da atmosfera e os poluentes do ar.



Fonte: Ribeiro, 2000.

A qualidade do ar é determinada em função da presença e concentração de poluentes atmosféricos, na forma de material particulado ou gasoso. Estes são classificados de acordo com sua origem, composição e efeitos. Podem ser lançados de forma natural ou podem ser produzidos a partir da dinâmica humana, em seu processo de urbanização, industrialização e modificações no espaço.

Segundo Santana *et al.* (2012), a degradação da qualidade do ar é influenciada por um conjunto de fatores tais como a localização e o porte das fontes de emissão de poluentes atmosféricos - fixas, móveis e agrossilvopastoris, as características dos poluentes emitidos, bem como a dispersão destes na atmosfera e as reações químicas que acontecem entre eles (fatores estes influenciados pelas condições meteorológicas).

Poluente atmosférico é toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (CETESB, 2014).

As concentrações de poluentes são diretamente influenciadas pelas condições meteorológicas e de topografia. Altos níveis de concentração em um determinado local podem ocorrer não só pela condição desfavorável à dispersão, como pelo transporte de poluentes de regiões vizinhas.

A gestão da qualidade do ar tem como objetivo garantir que o desenvolvimento sócio-econômico ocorra de forma sustentável e ambientalmente segura. Para tanto, se fazem necessárias ações de prevenção, combate e redução das emissões de poluentes e dos efeitos da degradação do ambiente atmosférico.

A avaliação da qualidade do ar é feita através da comparação das concentrações dos poluentes aos padrões que estabelecem os níveis máximos permitidos para cada substância, de acordo com as referências legais em vigor no Brasil. Através destes resultados, podem ser calculados Índices de Qualidade do Ar (IQA) que facilitam a compreensão dos resultados apresentados.

A apresentação e a avaliação dos resultados que compõe este estudo têm como objetivo oferecer um levantamento do *background* da qualidade do ar na área de influência do Projeto Coringa, visando o acompanhamento futuro dos parâmetros indicadores da qualidade do ar, conforme a legislação ambiental vigente, devido ao potencial modificador decorrente das atividades a serem implantadas.

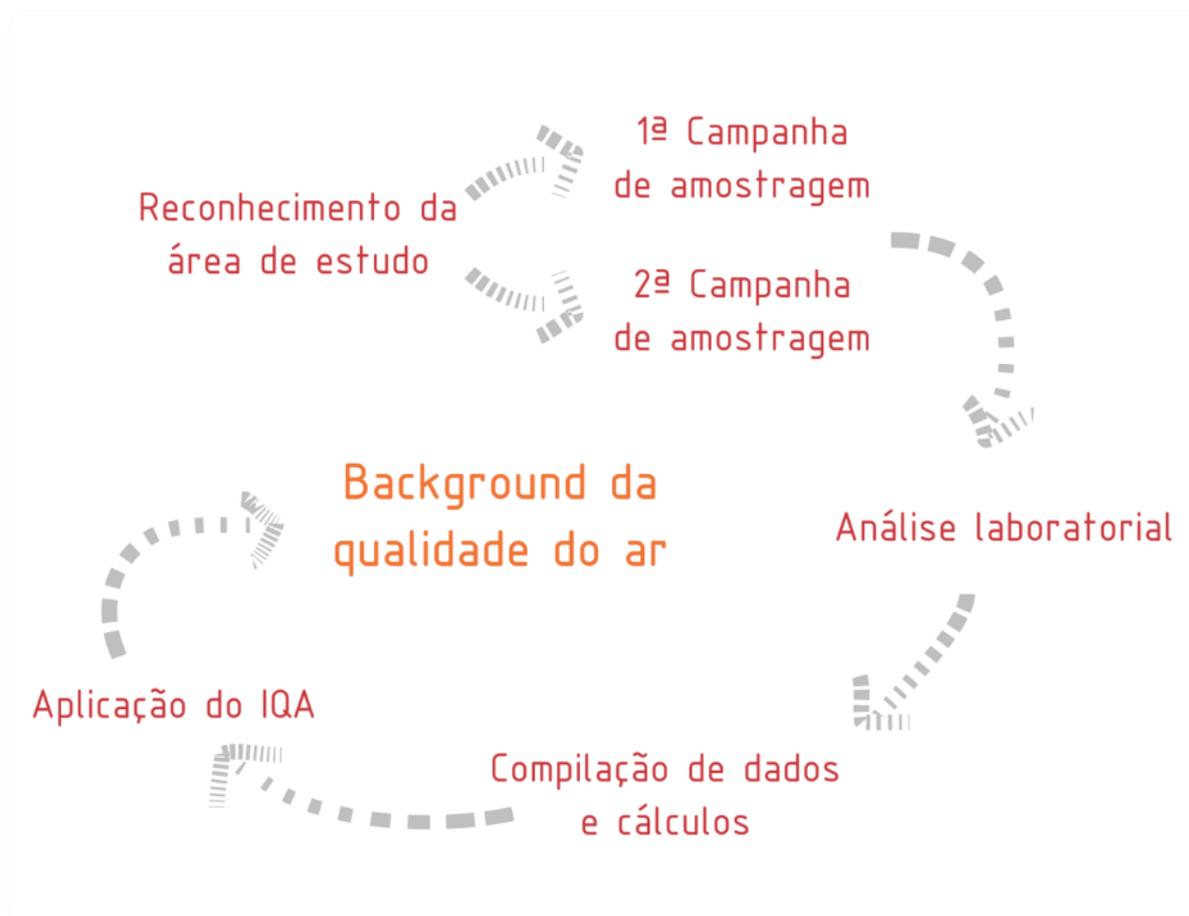
4.1.8.1 Material e Métodos

De uma forma geral, há uma carência de informações sistematizadas sobre a qualidade do ar no Brasil, especialmente na região norte e nordeste. Embora existam dados

pontuais, referentes ao monitoramento de empreendimentos específicos, não há uma rede integrada que possibilite uma visão sistêmica na região.

A metodologia de trabalho à caracterização da qualidade do ar consistiu em seis etapas de acordo com a Figura 4.1-88. Partiu do reconhecimento da área através de visita em campo, análise de bases cartográficas, direção dos ventos e avaliação do ponto a ser adotado à análise do ar na área de influência do Projeto Coringa, atentando às condições de fornecimento de energia e segurança dos equipamentos, considerando as exigências de localização recomendadas como critérios pela United States Environmental Protection Agency - U.S. EPA.

Figura 4.1-88 - Etapas metodológicas à caracterização da qualidade do ar.



A partir da alocação do ponto, foram executadas duas campanhas de amostragem, distribuídas em função dos períodos sazonais: chuvoso e seco, característicos da região. A 1ª campanha ocorreu do dia 2 a 7 de maio de 2016, enquanto que a 2ª campanha aconteceu no período de 11 a 17 de julho de 2016 e de 24 a 31 de outubro de 2016.

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas aos procedimentos laboratoriais pertinentes a cada metodologia de determinação dos parâmetros selecionados. Os

resultados foram compilados juntamente às informações de temperatura e pressão médias baixadas da estação automática de dados mais próxima, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

Aos resultados das concentrações obtidas foi aplicada a metodologia de Índice da Qualidade do Ar como alternativa metodológica de apresentação da caracterização da qualidade do ar na área de influência do projeto.

4.1.8.1.1 Ponto de Amostragem

Para a realização do background da qualidade do ar na área de influência do Projeto, foi considerado um ponto amostral PQAr 01 (Figura 4.1-89) localizado na AID, conforme descrito no Quadro 4.1-9 e indicado no mapa da Figura 4.1-90.

Figura 4.1-89 - Equipamentos instalados: a) 1ª Campanha; b) 2ª Campanha.



(a)



(b)

Quadro 4.1-9 - Localização do ponto de amostragem da qualidade do ar.

PONTO	COORDENADAS		DESCRIÇÃO
	LATITUDE	LONGITUDE	
PQAr 01	55° 2' 51,379" W	7° 32' 6,114" S	Área do Projeto

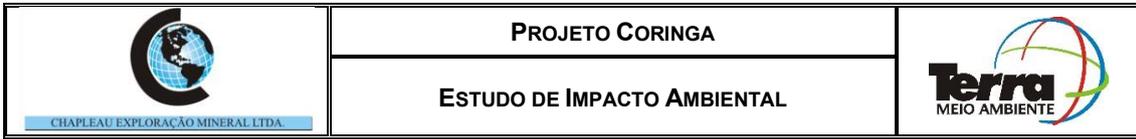


Figura 4.1-90 Mapa de localização do ponto de qualidade do ar.

FIGURA EM A3

4.1.8.1.2 *Parâmetros Analisados*

A presente caracterização da qualidade do ar foi feita através da determinação e análise de parâmetros elencados na Resolução CONAMA Nº 03, de 28 de junho de 1990, que indica limites de concentração de forma a estabelecer padrões da qualidade do ar. Para este relatório foram considerados: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas inaláveis (MP₁₀), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Dióxido de Enxofre (SO₂), fumaça (FMC) e Monóxido de Carbono (CO).

● PTS

Material particulado cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 50 µm. Estas partículas podem afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade. Devido ao seu tamanho, as partículas ficam retidas no nariz e na garganta, provocando incômodo e irritação (IAP, 2016a).

O parâmetro PTS pode ser de origem mineral (sílica, carbono resultante de combustões incompletas, fibras de vidro, etc) ou orgânica (pólen, algumas fibras etc.), sendo uma das principais causas as poeiras fugitivas em suspensão, a partir de estradas ou áreas com solos expostos sob ação de vento ou movimentação de máquinas e veículos.

● MP₁₀

Partículas inaláveis são aquelas em que o diâmetro aerodinâmico é menor que 10 µm. O MP₁₀ ocorre causando efeitos adversos ao meio ambiente, tais como danos à vegetação, contaminação do solo e deterioração da visibilidade. Além disso, permanece suspenso no ar por algum tempo e é facilmente inalado até o pulmão.

● NO₂

O óxido de nitrogênio é um gás incolor e inodoro, formado por fontes antropogênicas durante processos de combustão, e por fontes naturais como processos biológicos no solo e relâmpagos.

Após o lançamento na atmosfera de óxido de nitrogênio (NO), o mesmo reage com o oxigênio na presença de luz solar e se transforma em dióxido de nitrogênio (NO₂), que possui um papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio.

Os óxidos de nitrogênio trazem prejuízos à saúde, pois são carcinogênicos e tóxicos ao homem, podem causar irritação da mucosa, danos às plantas, chuvas ácidas e reagem com os hidrocarbonetos produzindo oxidantes fotoquímicos (MOTA, 1997).

● SO₂

O dióxido de enxofre é produzido por fontes antropogênicas, oriundo da queima de combustíveis que contenham enxofre em sua composição, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina. Pode ser produzido ainda por fontes naturais, como vulcões e emissões de reações biológicas (FEPAM, 2016).

Este poluente é um gás incolor, com forte odor e altamente solúvel. O dióxido de enxofre em contato com o ar forma o SO₃ que na presença de vapor d'água produz o ácido sulfídrico (H₂SO₄), sendo um dos principais constituintes da chuva ácida (FEPAM, 2016).

Os efeitos desse gás estão relacionados com a saúde humana, devido ao potencial de causar danos ao aparelho respiratório, e também com a chuva ácida que ocasiona efeitos a plantas e corrosão de materiais (ferro, aço, mármore) (MOTA, 1997).

● FMC

A Fumaça (FMC) é composta de partículas sólidas, formadas pela combustão incompleta de materiais carbonáceos. Suas partículas possuem diâmetros de 0,05 até aproximadamente 1 µm (VESILIND; MORGAN, 2011).

● CO

O monóxido de carbono é um gás incolor, inodoro e insípido, oriundo principalmente de fontes antropogênicas e naturais. A contribuição humana ocorre, sobretudo, na queima incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham carbono em sua composição. As fontes naturais de CO são as queimadas e reações fotoquímicas (FEPAM, 2016).

A maior fonte de emissão de CO para a atmosfera são os veículos automotores, sendo, portanto, um poluente encontrado em áreas urbanas com tráfego intenso.

Este poluente é considerado muito perigoso para a saúde humana, pois possui afinidade com a hemoglobina do sangue cerca de 210 vezes mais do que pelo oxigênio, formando a carboxihemoglobina, a qual reduz a capacidade do sangue em transportar oxigênio (DERISIO, 2000).

4.1.8.1.3 Número Amostral

Para o ponto de coleta de dados primários foram realizadas seis amostragens em cada um, durante seis dias contínuos, dos parâmetros PTS, MP₁₀, NO₂, SO₂ e FMC. Para o parâmetro CO, foi realizada uma única amostragem no ponto, composta de seis medições (Tabela 4.1-9).

Tabela 4.1-9 - Quantitativo das amostragens realizadas.

PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS		PONTOS AMOSTRAIS	TOTAL DE AMOSTRAS
	1ª CAMP	2ª CAMP		
	PTS	06		
MP ₁₀	06	06	01	12
NO ₂	06	06	01	12
SO ₂	06	06	01	12
FMC	06	06	01	12
CO	01	01	01	02

4.1.8.1.4 Metodologia de Amostragem

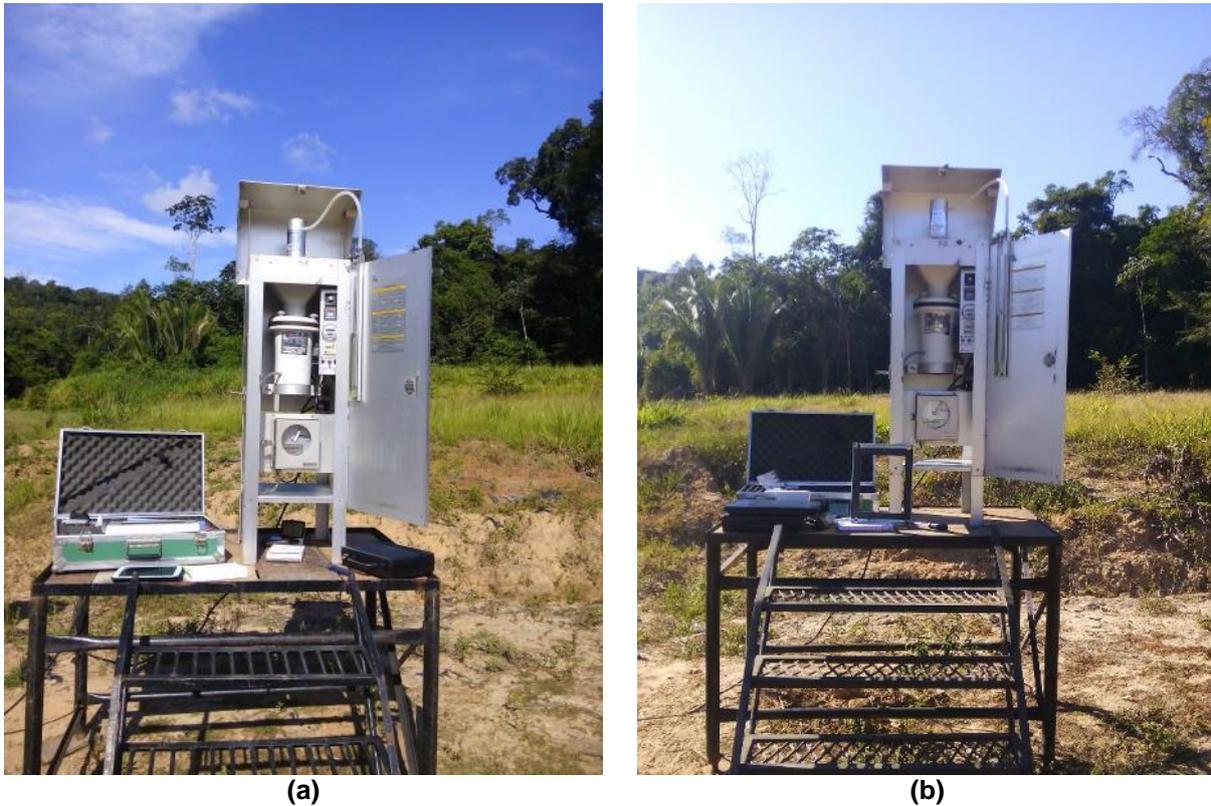
A metodologia adotada à amostragem dos parâmetros selecionados se deu em função da Resolução CONAMA N° 03, de 28 de junho de 1990, que estabelece os métodos de amostragem e de análise dos poluentes atmosféricos, segundo as instruções normativas específicas de cada composto.

● PTS

A amostragem do parâmetro PTS ocorreu segundo a norma NBR 9547 de setembro de 1997, através da determinação da concentração total pelo método do Amostrador de Grande Volume – AGV PTS / HI-VOL. Cada amostragem compreendeu o tempo de 24h.

O HI-VOL foi calibrado ao início das amostragens, segundo a NBR 9547/97 (Figura 4.1-91). Foi utilizado o Calibrador Padrão de Vazão (CPV), calibrado pela empresa especializada ENERGÉTICA – Qualidade do Ar, no Rio de Janeiro. Os laudos de calibração do AGV PTS e do CPV são apresentados no Anexo IV.

Figura 4.1-91 - Calibração do HI-VOL no ponto PQAr 01: a) 1ª Campanha; b) 2ª Campanha.



● **MP10**

A determinação das concentrações de MP₁₀ seguiu o método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas, descrito na norma NBR 13412 de junho de 1995.

Para a determinação de partículas de até 10 micrômetros, se fez uso de um Amostrador de Grande Volume – AGV PTS / HI-VOL com cabeça de separação modelo CABMP10, ambos da empresa ENERÉTICA (Figura 4.1-92). Cada amostragem compreendeu o tempo de 24h.

Foi utilizado o Calibrador Padrão de Vazão (CPV), calibrado pela empresa especializada ENERÉTICA – Qualidade do Ar, no Rio de Janeiro. O laudo de calibração do CPV é apresentado no Anexo IV.

Figura 4.1-92 - Calibração AGV PTS com cabeça de separação modelo CABMP10 no ponto PQAr 01: a) 1ª Campanha; b) 2ª Campanha.



(a)



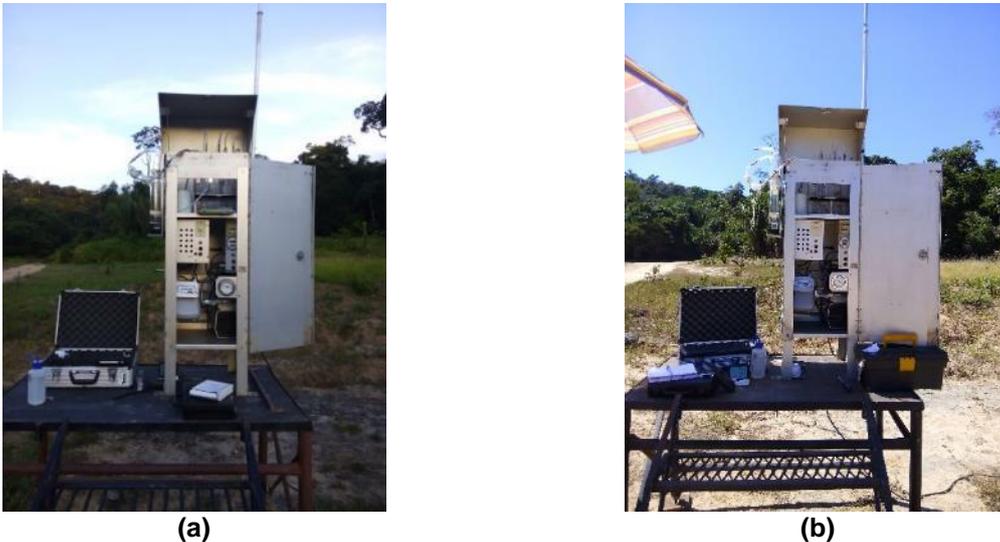
(b)

● **NO₂**

A determinação das concentrações de dióxido de nitrogênio seguiu o método da Reação de Gress-Saltzman, normatizado pela NBR 11050 MB-3176 de novembro de 1989. Fez-se uso de um Amostrador de Pequenos Volumes para a coleta simultânea de até três gases - APV TRIGÁS da marca ENERGÉTICA, considerando o manual do fabricante (ENERGÉTICA 2015). Cada amostragem compreendeu o tempo 1h.

A vazão do orifício crítico foi verificada ao início das amostragens segundo a norma NBR 10562/88 de calibração de vazão pelo método da bolha de sabão (Figura 4.1-93). Foram utilizados bolhometro e orifício crítico calibrados pela empresa ENERGÉTICA - Qualidade do Ar, no Rio de Janeiro. Os laudos de calibração do orifício crítico e o do bolhometro são apresentados no Anexo V.

Figura 4.1-93 - Calibração do APV TRIGÁS no ponto PQAr 01: a) 1ª Campanha; b) 2ª Campanha.



● SO₂ e FMC

Para a determinação dos parâmetros SO₂ e Fumaça, foi empregado um sistema de coleta composto por um Amostrador de Pequenos Volumes (OPS/OMS).

O OPS/OMS é um sistema de via única de fluxo, composto por duas etapas onde a primeira é direcionada ao parâmetro FMC e a segunda ao SO₂. A primeira etapa consiste na passagem de fluxo através de um porta-filtro. Simultaneamente, a determinação de SO₂ é feita pelo método da absorção com análise química por via úmida (Figura 4.1-94).

Objetivando quantificar estes parâmetros, o OPS/OMS vem com filtro para a retenção de fuligem, que posteriormente é analisado pelo método da refletância da luz à determinação de FMC, cujos laudos de análise são apresentados no Anexo VI, o filtro é seguido por um frasco para borbulhamento do gás poluente (SO₂) em uma solução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Cada amostragem compreendeu o tempo de 24h.

Para amostragem, análise por refletância e calibração do sistema à determinação da Fumaça, foram consideradas as normas L8,12 (CETESB, 1986), NBR 10736 (ABNT, 1989) e o manual de instruções do fabricante (ENERGÉTICA, 2012b). A determinação das concentrações de dióxido de enxofre seguiu o método do peróxido de hidrogênio, normatizado pela NBR 12979 de setembro de 1993.

A vazão do orifício crítico foi verificada ao início das amostragens segundo a norma NBR 10562/88 de calibração de vazão pelo método da bolha de sabão (Figura 4.1-93). Foi utilizado bolhometro calibrado pela empresa ENERGÉTICA - Qualidade do Ar, no Rio de Janeiro. Os laudos de calibração dos orifícios críticos e o do bolhometro são apresentados no Anexo V.

Figura 4.1-94 - Sistema de porta-filtro seguido por borbulhador aplicado à determinação de FMC e SO₂.



● **CO**

Este parâmetro foi medido (Figura 4.1-95) através de um equipamento digital e portátil da marca INSTRUTHERM e modelo MOD. CO-1000. Cada amostragem compreendeu seis medições; uma a cada dez minutos durante uma hora, de modo a obter a média. No Anexo VII é apresentado o laudo de calibração do equipamento utilizado.

Figura 4.1-95 - Medidor de monóxido de carbono: a) 1ª Campanha; b) 2ª Campanha.



(a)



(b)

4.1.8.1.5 Padrões e Índices Comparativos

Os resultados obtidos foram avaliados através da comparação com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 03/1990 e apresentados conforme a metodologia do Índice de Qualidade do Ar (IQA), desenvolvida pela U.S. EPA.

● **Padrão CONAMA**

Os padrões de qualidade do ar definidos pelo CONAMA nº 03/1990 (Tabela 4.1-10), estabelecem as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão

afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora, à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Tabela 4.1-10 - Padrões nacionais de qualidade do ar.

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO	PADRÃO SECUNDÁRIO	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Partículas totais em suspensão	24 horas ¹ MGA ²	240 µg/m ³ 80 µg/m ³	150 µg/m ³ 60 µg/m ³	Amostrador de Grande Volume ⁴
Partículas inaláveis	24 horas ¹ MAA ³	150 µg/m ³ 50 µg/m ³	150 µg/m ³ 50 µg/m ³	Separação Inercial/Filtração ⁴
Dióxido de Nitrogênio	1 hora ¹ MAA ³	320 µg/m ³ 100 µg/m ³	190 µg/m ³ 100 µg/m ³	Quimiluminescência ⁴
Dióxido de Enxofre	24 horas ¹ MAA ³	365 µg/m ³ 80 µg/m ³	100 µg/m ³ 40 µg/m ³	Peróxido de Hidrogênio ⁴
Fumaça	24 horas ¹ MAA ³	150 µg/m ³ 60 µg/m ³	100 µg/m ³ 40 µg/m ³	Refletância
Monóxido de Carbono	1 hora ¹	40.000 µg/m ³ 35 ppm	40.000 µg/m ³ 35 ppm	Infravermelho não disperso ⁴

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). Resolução Nº 003, de 28 de junho de 1990.

(1) Não são calculadas médias anuais. (2) Média geométrica anual. (3) Média aritmética anual. (4) ou método equivalente.

A mesma resolução estabelece ainda critérios para episódios críticos de poluição do ar, conforme apresentado na Tabela 4.1-11, tendo sido classificados os níveis de Atenção, Alerta e Emergência.

Tabela 4.1-11 - Padrões para episódios críticos de poluição do ar.

POLUENTES	TEMPO DE AMOSTRAGEM	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Partículas Totais em Suspensão	24 horas	375	625	875
Partículas Inaláveis	24 horas	250	420	500
Dióxido de Nitrogênio	1 hora	1.130	2.260	3.000
Dióxido de Enxofre	24 horas	800	1.600	2.100
Fumaça	24 horas	250	420	500
Monóxido de Carbono	8 horas	15	30	40

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). Resolução Nº 03, de 28 de junho de 1990.

Padrões primários de qualidade do ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como o máximo tolerável de concentração de poluentes e está atrelado a metas de curto prazo.

Já os padrões secundários de qualidade do ar são as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Entende-se como o nível ideal de concentração de poluentes, estando atrelado a metas de longo prazo, como em áreas de preservação ambiental.

Como a área do empreendimento é caracterizada por ser uma região em desenvolvimento, são considerados os padrões primários à caracterização do ar na área de influência do projeto.

Desse modo, o diagnóstico da qualidade do ar foi feito através da determinação e análise dos parâmetros conforme as metodologias indicadas nas resoluções do CONAMA Nº 03/90 em comparação aos padrões primários de qualidade do ar estabelecidos pela mesma.

4.1.8.1.6 Índice de Qualidade do Ar - IQA

Para a apresentação dos dados, utilizou-se o Índice de Qualidade do Ar, que é uma ferramenta matemática desenvolvida para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar. Esse índice é utilizado desde 1981, e foi criado usando como base uma longa experiência desenvolvida no Canadá e EUA.

Para cada amostra de poluente medido é calculado um índice, de acordo com a equação seguinte:

$$\text{Índice} = \text{Índice}_{\text{inicial}} + \left(\frac{\text{Índice}_{\text{final}} - \text{Índice}_{\text{inicial}}}{\text{Conc.}_{\text{final}} - \text{Conc.}_{\text{inicial}}} \right) \times (\text{Conc.}_{\text{medida}} - \text{Conc.}_{\text{inicial}})$$

Onde:

Índice: índice de qualidade do ar desejado;

Conc._{medida}: Concentração medida;

Conc._{inicial}: Concentração inicial da faixa onde encontra-se a concentração medida;

Conc._{final}: Concentração final da faixa onde encontra-se a concentração medida;

Índice_{inicial}: Valor do índice correspondente à Conc._{inicial};

Índice_{final}: Valor do índice correspondente à Conc._{final}.

Através do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma espécie de nota, conforme apresentado no Quadro 4.1-10. Cada nota, relacionada aos intervalos do IQA, é classificada em níveis de qualidade indicados por cores correspondentes. Cada cor/classificação representa um significado quanto aos efeitos causados à saúde humana (Quadro 4.1-11).

Os intervalos referentes a cada parâmetro avaliado são definidos conforme os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 03/90, considerando os valores primários e os valores referentes aos critérios de episódios de alerta (Quadro 4.1-12).

Quadro 4.1-10 - Índice de Qualidade do Ar para cada parâmetro.

QUALIDADE	ÍNDICE	PADRÕES DE QUALIDADE DO AR – CONAMA*
Boa	0 – 50	Abaixo dos padrões de qualidade
Regular	51 – 100	Abaixo dos padrões de qualidade
Inadequada	101 – 200	Acima dos padrões de qualidade
Má	201 – 300	Acima do nível de atenção
Péssima	301 – 400	Acima do nível de alerta
Crítica	>400	Acima do nível de emergência

Fonte: EPA, 2014, adaptado.

* Resolução CONAMA Nº 03 de 28/06/1990.

> 1 Atende ao padrão primário anual.

> 2 Atende aos padrões primários de qualidade.

Quadro 4.1-11 - Significado da classificação qualitativa do ar.

QUALIDADE	SIGNIFICADO
Boa	Qualidade do ar satisfatória, pouco ou nenhum risco à saúde.
Regular	Qualidade do ar aceitável, possibilidade de problemas respiratórios ao grupo de indivíduos mais sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
Inadequado	Insalubre ao grupo mais sensível, com riscos de problemas mais sérios à saúde. Pouco provável o efeito sobre os demais indivíduos.
Má	Problemas de saúde em toda a população, com riscos altos ao grupo mais sensível.
Péssima	Situação de alerta à saúde pública.
Crítica	Situação de emergência

Fonte: EPA, 2014, adaptado.

Os índices até a classificação REGULAR atendem aos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 003/90.

Quadro 4.1-12 - Índice de Qualidade do Ar para cada parâmetro.

PTS *	MP ₁₀ *	SO ₂ *	NO ₂ *	FMC	IQA	QUALIDADE
0 – 80	0 – 50	0 – 80	0 – 100	0 - 60	0 – 50	Boa
81 – 240	51 – 150	81 – 365	101 – 320	61 - 150	51 – 100	Regular
241 – 374	151 – 249	366 – 799	321 – 1129	151 - 250	101 – 199	Inadequada
375 – 624	250 – 419	800 – 1599	1130 – 2259	251 - 419-	200 – 299	Má
≥ 625	≥ 420	≥ 1600	≥ 2260	≥ 420	≥ 300	Péssima
> 876	> 3000	> 2100	> 3000	> 500	≥ 400	Crítica

Fonte: EPA, 2014, adaptado.

µg/m³

4.1.8.2 Resultados

As médias das concentrações dos parâmetros amostrados se encontram em conformidade com o padrão estabelecido pela legislação conforme apresentado no Quadro 4.1-13, onde são comparados com a Resolução CONAMA N° 03/1990.

Quadro 4.1-13 - Resultados das médias amostrais da qualidade do ar.

PARAMETROS	UNID	MÉDIAS		V.M.A
		1ª CAMPANHA	2ª CAMPANHA	
PTS	µg/m ³	17,49	56,71	240
MP₁₀	µg/m ³	14,49	31,88	150
NO₂	µg/m ³	297,43	326,62	320
SO₂	µg/m ³	40,70	54,63	365
FMC	µg/m ³	1,68	1,78	150
CO	ppm	0,00	0,00	35

*V.M.A. – Valores Máximos Admitidos conforme a Resolução CONAMA 03/1990 (padrão primário).

Os resultados das concentrações dos poluentes PTS, MP₁₀, NO₂, SO₂, Fumaça e CO analisados durante todo o período de amostragem são apresentados nos quadros Quadro 4.1-14, Quadro 4.1-15, Quadro 4.1-16, Quadro 4.1-17, Quadro 4.1-18 e Quadro 4.1-19.

● PTS

Todas as concentrações determinadas ao parâmetro PTS durante a 1ª e a 2ª Campanha ficaram abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 03/90, conforme indicado no Quadro 4.1-14.

Os resultados variaram de 13,65 a 22,19 µg/m³, durante a primeira campanha amostral, apresentando valores bem abaixo do limite para o padrão primário de 240 µg/m³. Considerando a metodologia de IQA aplicada, em relação a este parâmetro, a classificação foi de qualidade BOA.

Durante a 2ª Campanha de amostragem, os resultados das Partículas Totais em Suspensão variaram de 29,74 a 93,21 µg/m³, cujas concentrações estiveram todas dentro do limite padrão especificado na pela Regulamentadora (Quadro 4.1-14). De acordo com a metodologia do IQA, o ar, predominantemente, foi classificado com qualidade BOA, havendo uma amostra com classificação de qualidade REGULAR. Coerente com os resultados, foi verificado durante o período amostral que na área do projeto estavam sendo feitas melhorias nos acessos, movimentação de solo, utilização de sondas e movimentação de veículos.

Quadro 4.1-14 - Resultados das concentrações e IQA para o parâmetro PTS.

	PONTO	DATA	CONCENT. (µG/M3)	IQA	QUALIDADE DO AR	COR DE REFERÊNCIA
1ª Campanha Maio 2016	PQAr 01	02/05/2016	14,63	9,14	Boa	
		03/05/2016	14,52	9,08	Boa	
		04/05/2016	19,81	12,38	Boa	
		05/05/2016	20,16	12,60	Boa	
		06/05/2016	22,19	13,87	Boa	
		07/05/2016	13,65	8,53	Boa	
2ª Campanha Outubro 2016	PQAr 01	24/10/2016	46,45	28,41	Boa	
		25/10/2016	93,21	54,76	Regular	
		26/10/2016	78,83	49,27	Boa	
		27/10/2016	49,77	31,11	Boa	
		28/10/2016	43,26	27,04	Boa	
		29/10/2016	29,74	18,59	Boa	

● MP₁₀

Durante a 1ª Campanha todas as concentrações de Partículas Inaláveis determinadas através das amostragens estiveram em conformidade com o padrão primário estabelecido pela resolução de referência, assim também como todas as concentrações

obtidas durante a 2ª campanha de amostragem, conforme pode ser observado no Quadro 4.1-15.

Os valores de cada amostra variaram do mínimo de 10,35 µg/m³ ao máximo de 17,50 µg/m³. Dessa forma, nenhum dos resultados (Quadro 4.1-15) excedeu o limite máximo de 150 µg/m³ determinado pela Resolução CONAMA N° 03/90.

De acordo com a metodologia de IQA aplicada, todas as concentrações indicadas no período monitorado foram classificadas com índice de qualidade BOA (Quadro 4.1-15).

As concentrações de MP10 obtidas na 2ª Campanha tiveram uma variância de 20,96 a 45,22 µg/m³, também abaixo do limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 03/90 (150 µg/m³).

Com base na metodologia do Índice de Qualidade do Ar, o ar recebeu a classificação BOA para todos os seis dias monitorados.

Quadro 4.1-15 - Resultados das concentrações e IQA para o parâmetro MP₁₀.

	PONTO	DATA	CONCENT. (µG/M3)	IQA	QUALIDADE DO AR	COR DE REFERÊNCIA
1ª Campanha - Maio 2016	PQAr 01	02/05/2016	10,35	10,35	Boa	
		03/05/2016	13,54	13,54	Boa	
		04/05/2016	16,85	16,85	Boa	
		05/05/2016	17,50	17,50	Boa	
		06/05/2016	13,04	13,04	Boa	
		07/05/2016	15,63	15,63	Boa	
2ª Campanha - Outubro 2016	PQAr 01	25/10/2016	32,58	32,58	Boa	
		26/10/2016	45,22	45,22	Boa	
		27/10/2016	33,23	33,23	Boa	
		28/10/2016	34,64	34,64	Boa	
		29/10/2016	20,96	20,96	Boa	
		30/10/2016	24,66	24,66	Boa	

 **NO₂**

No Quadro 4.1-16 são apresentados os resultados das concentrações de dióxido de nitrogênio obtidos durante os seis dias amostrais de cada uma das duas campanhas executadas.

As concentrações da 1ª Campanha variaram de 228,35 a 415,73 µg/m³. Considerando o máximo permitido 320 µg/m³ (CONAMA, 1990), 66,7% das amostras indicaram valores em conformidade com o padrão de referência e 33,3% das amostras ultrapassaram a máxima concentração permitida.

Dessa forma, com base na metodologia do IQA, o ar recebeu classificações que variam de REGULAR a INADEQUADA, com predominância de REGULAR (Quadro 4.1-16).

Na 2ª campanha, os resultados também indicaram valores em conformidade com a resolução (66,7%) e também resultados cujas concentrações de NO₂ (33,3%) estiveram acima do máximo estabelecido pela resolução considerada.

Portanto as concentrações deste poluente obtidas durante a segunda campanha foram classificadas variando de REGULAR A INADEQUADA, com predominância de REGULAR.

Quadro 4.1-16 - Resultados das concentrações e IQA para o parâmetro NO₂.

	PONTO	DATA	CONCENT. (µG/M3)	IQA	QUALIDADE DO AR	COR DE REFERÊNCIA
1ª Campanha Maio 2016	PQAr 01	02/05/2016	230,62	80,09	Regular	
		03/05/2016	306,61	97,02	Regular	
		04/05/2016	326,11	101,37	Inadequado	
		05/05/2016	228,35	79,59	Regular	
		06/05/2016	277,16	90,46	Regular	
		07/05/2016	415,73	106,79	Inadequado	
2ª Campanha Outubro 2016	PQAr 01	24/10/2016	324,21	101,25	Inadequado	
		25/10/2016	397,70	105,70	Inadequado	
		26/10/2016	309,79	97,73	Regular	
		27/10/2016	307,86	97,30	Regular	
		28/10/2016	302,91	96,19	Regular	
		29/10/2016	317,25	99,39	Regular	

● SO₂

Os resultados das concentrações de dióxido de enxofre das seis amostras são apresentados no Quadro 4.1-17.

As concentrações de SO₂ variaram de 29,24 a 49,39 µg/m³, durante a 1ª Campanha e de 51,11 a 65,02 µg/m³, durante a 2ª Campanha. Todas as amostragens receberam classificação BOA, de acordo com Índice de Qualidade do Ar calculado em função dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA N°03/90.

Quadro 4.1-17 - Resultados das concentrações e IQA para o parâmetro SO₂.

	PONTO	DATA	CONCENT. (µG/M3)	IQA	QUALIDADE DO AR	COR DE REFERÊNCIA
1ª Campanha Maio	PQAr 01	02/05/2016	45,34	28,34	Boa	
		03/05/2016	44,57	27,86	Boa	
		04/05/2016	36,69	22,93	Boa	

	PONTO	DATA	CONCENT. (µG/M3)	IQA	QUALIDADE DO AR	COR DE REFERÊNCIA
		05/05/2016	49,39	30,87	Boa	
		06/05/2016	29,24	18,28	Boa	
		07/05/2016	38,97	24,36	Boa	
2ª Campanha Julho 2016	PQAr 01	11/07/2016	51,22	32,01	Boa	
		12/07/2016	51,26	32,04	Boa	
		13/07/2016	51,11	31,94	Boa	
		14/07/2016	55,72	34,83	Boa	
		15/07/2016	65,02	40,64	Boa	
		16/07/2016	53,45	33,41	Boa	

 **FMC**

Segundo os valores determinados para o parâmetro FMC, nas duas campanhas amostrais houve conformidade com o padrão primário da Resolução Nº 03/1990 (Quadro 4.1-18).

As concentrações de FMC variaram de 1,11 µg/m³ a 2,5 µg/m³. Não tendo excedido o limite de 150 µg/m³ estabelecido pela Resolução supracitada.

De acordo com a metodologia do IQA, todas as amostras referentes a este parâmetro foram classificadas com qualidade BOA.

Quadro 4.1-18 - Resultados das concentrações e IQA para o parâmetro FMC.

	PONTO	DATA	CONCENT. (µG/M3)	IQA	QUALIDADE DO AR	COR DE REFERÊNCIA
1ª Campanha Maio 2016	PQAr 01	02/05/2016	1,78	1,48	Boa	
		03/05/2016	2,32	1,93	Boa	
		04/05/2016	1,54	1,28	Boa	
		05/05/2016	1,11	0,93	Boa	
		06/05/2016	1,77	1,48	Boa	
		07/05/2016	1,54	1,28	Boa	
2ª Campanha Julho 2016	PQAr 01	11/07/2016	1,10	0,92	Boa	
		12/07/2016	1,10	0,92	Boa	
		13/07/2016	0,73	0,61	Boa	
		14/07/2016	1,83	1,53	Boa	
		15/07/2016	4,45	3,71	Boa	
		16/07/2016	1,46	1,22	Boa	

CO

Para o parâmetro CO, durante as duas campanhas realizadas, não foram detectadas concentrações (Quadro 4.1-19),, indicando conformidade com a legislação.

Quadro 4.1-19 - Resultados das concentrações do parâmetro CO.

	PONTO	DATA	HORA	CONCENT. (PPM)	PADRÃO DE REFERÊNCIA (PPM)
1ª Campanha Maio 2016	PQAr 01	06/05/2016	15:45 – 15:54	0,00	35
			15:55 – 16:04	0,00	
			16:05 – 16:14	0,00	
			16:15 – 16:24	0,00	
			16:25 – 16:24	0,00	
			16:35 – 16:45	0,00	
2ª Campanha 2016	PQAr 01	15/07/2016	15:55 – 16:05	0,00	35
			16:05 – 16:15	0,00	
			16:15 – 16:25	0,00	
			16:25 – 16:35	0,00	
			16:35 – 16:45	0,00	
			16:45 – 16:55	0,00	

4.1.8.3 Análise comparativa entre campanhas

No Quadro 4.1-20 são apresentados os valores calculados às concentrações de cada amostra, para cada parâmetro, com suas correspondentes cores classificadas de acordo com a metodologia de IQA aplicada.

Quadro 4.1-20 - Concentração dos parâmetros amostrados com indicação de cor do IQA.

	CAMPANHA	1ª CAMPANHA						2ª CAMPANHA					
	AMOSTRA	AM01	AM02	AM03	AM04	AM05	AM06	AM01	AM02	AM03	AM04	AM05	AM06
Concentração (µg/m³) e Indicação de cor (IQA)	PTS	14,63	14,52	19,81	20,16	22,19	13,65	45,46	93,21	78,83	49,77	43,26	29,74
	MP ₁₀	10,35	13,54	16,85	17,50	13,04	15,63	32,58	45,22	33,23	34,64	20,96	24,66
	NO ₂	230,62	306,61	326,11	228,35	277,16	415,73	324,21	397,70	309,79	307,86	302,91	317,25
	SO ₂	45,34	44,57	36,69	49,39	29,24	38,97	51,22	51,26	51,11	55,72	65,02	53,45
	FMC	1,78	2,32	1,54	1,11	1,77	1,54	1,10	1,10	0,73	1,83	4,45	1,46
	CO*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* Metodologia do IQA não aplicada, conforme item 2.5.

A qualidade do ar depende das emissões dos poluentes, mas está também sujeita à variabilidade dos componentes atmosféricos, que desempenham um papel preponderante nos processos de transporte, transformação e dispersão dos poluentes na atmosfera. Estes processos são influenciados pela topografia local e por fatores como vento, pressão atmosférica, temperatura, precipitação e radiação solar.

O padrão de chuvas na área de influência do projeto é definido claramente por dois períodos distintos: chuvoso (1ª campanha) e seco (2ª campanha). No período seco são atingidas as máximas de temperatura e de velocidade do vento, ocorrendo o inverso no período chuvoso.

O período seco normalmente é propício à maior emissão de poluentes atmosféricos em áreas como as do entorno do projeto. Em função das condições climáticas, as atividades como agropecuária e madeireira, associadas ao maior fluxo de veículos (carros, motos e carretas) e à maior incidência de queimadas, são potencializadas as condições de geração de poluentes, sujeitos também à maior dispersão que pode ser localizada na direção dos ventos predominantes.

No período sazonal de maiores índices pluviométricos, ocorre o desaceleramento das atividades mencionadas em função das condições meteorológicas, conseqüentemente são reduzidas as emissões atmosféricas e as condições de dispersão de poluentes advindos de áreas próximas em razão do comportamento dos ventos.

Os resultados das duas campanhas se apresentaram coerentes aos períodos sazonais característicos da região em que se localiza o Projeto Coringa.

As concentrações de PTS e MP₁₀ obtidas durante o período seco (2ª Campanha) apresentaram maiores valores em relação ao período chuvoso (1ª Campanha). No período seco o solo está mais drenado e mais susceptível à ação do vento e ao tráfego de veículos, quando há propensão à ressuspensão de poeira do solo.

A classificação do ar em relação a esses parâmetros foi BOA durante a 1ª Campanha. Enquanto que na 2ª Campanha, para o PTS, a qualidade foi predominantemente BOA, variando a REGULAR em uma única amostragem. E, para o MP₁₀ a qualidade foi BOA para todas as amostragens da 1ª e 2ª campanha (Quadro 4.1-20).

Os resultados dos parâmetros SO₂, FMC e CO determinados nas duas campanhas amostrais indicaram que, de acordo com os índices de qualidade do ar calculados, a classificação do ar na área do empreendimento está BOA, uma vez que todas as concentrações estão abaixo dos limites máximos determinados pela Resolução CONAMA 03/90 (padrão primário).

Para o parâmetro NO₂, a maioria das concentrações obtidas tanto na 1ª Campanha quanto na 2ª Campanha ficaram abaixo do limite máximo legislado, tendo havido registro de quatro amostras fora do padrão (duas durante a primeira campanha e duas

na segunda campanha), classificando o ar, em relação a este poluente, de REGULAR a INADEQUADO, com predominância de REGULAR.

Possivelmente os maiores valores registrados para o parâmetro dióxido de nitrogênio estão associados à queima de diesel, a partir do uso de veículos empregados na atividade de pesquisa mineral, principalmente durante o período seco (aumento da atividade), não sendo descartado o uso de gerador de energia ao acampamento, também abastecido por diesel.

Notavelmente, dos poluentes determinados, houve maior concentração apenas do NO₂. De acordo com a estimativa de emissão das fontes de poluição do ar (CETESB, 2015), para automóveis movidos a diesel, a concentração de SO₂ corresponde a 3,91% do poluente NO₂. Semelhantemente, considerando a mesma fonte poluidora, na campanha de qualidade do ar no projeto Coringa, a média das concentrações de SO₂ correspondeu a 13,45% da média do parâmetro NO₂, na 1ª Campanha e 16,73% na 2ª Campanha, admitindo-se variações de motores, combustível e condições de tempo.

De acordo com o relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo (CETESB, 2015), as emissões de NO_x dos veículos pesados destacam-se, representando 44% do total. Essa participação não deve se alterar em curto prazo, já que a redução importante da emissão de NO_x nos veículos pesados se dará somente quando a parcela de veículos produzidos a partir de 2012, que possui tecnologia que permite atender à Fase P7 do PROCONVE, for significativa.

4.1.8.4 Considerações Finais

De forma geral, observamos que houve aumento nas concentrações obtidas para todos os parâmetros na 2ª campanha em relação à 1ª, exceto para o monóxido de carbono, que manteve o mesmo comportamento e para a FMC, cuja média das amostragens se manteve equivalente.

Durante a 1ª Campanha, apenas um parâmetro indicou valor acima do legislado (NO₂), enquanto os outros cinco parâmetros amostrados se mantiveram integralmente em conformidade com a resolução considerada. Na 2ª Campanha, o mesmo poluente, NO₂, foi o único a ultrapassar a concentração máxima determinada na legislação.

4.1.9 RECURSOS HÍDRICOS

4.1.9.1 Hidrologia

4.1.9.1.1 *Caracterização hidrográfica da área do empreendimento.*

O empreendimento Projeto Coringa - Mineração Chapleau Ltda. e sua área de influência estão localizados nos municípios de Novo Progresso e de Altamira, estado do Pará. O município de Novo Progresso pertence a mesorregião Sudoeste Paraense e Microrregião de Itaituba. Altamira, por sua vez, pertence a Mesorregião Sudoeste e Microrregião de Altamira.

No contexto de região hidrográfica, o Estado do Pará foi dividido em 07 (sete) Macro-Regiões Hidrográficas conforme mostra o mapa da Figura 4.1-96, que são: Costa Atlântica-Nordeste, Tocantins-Araguaia, Xingu, Portel-Marajó, Tapajós, Baixo Amazonas e Calha Norte. Essa divisão se baseou nas características geofisiográficas, como: geomorfologia, geologia, hidrografia, solos e fator hidroclimático. Foram considerados os municípios envolvidos e respeitados os critérios de limite geográfico das regiões hidrográficas, homogeneidade nos aspectos geofisiográficos e históricos de ocupação e desenvolvimento econômico próximos (SEMA, 2012).

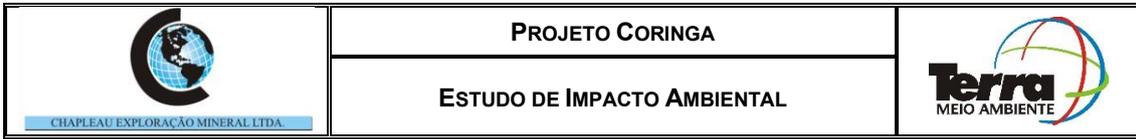


Figura 4.1-96 - Mapa de Regiões Hidrográficas do Estado do Pará.

FIGURA EM A3

Ainda com base nas resoluções do conselho Estadual de Meio Ambiente, houve a divisão das regiões hidrográficas em bacias menores, as Sub-bacias conforme está descrita na Tabela 4.1-12 e mostrada na Figura 4.1-97. Essas sub-bacias devem ser consideradas como as Unidades Hidrográficas de Planejamento (UPLAN's); e foram definidas a partir das bacias hidrográficas de maior área, onde os afluentes menores foram agrupados de jusante para montante, respeitando os limites dos divisores d'água (SEMA, 2012). A referida tabela descreve também a área ocupada do estado do Pará por cada região hidrográfica e o percentual em relação ao território do estado.

Tabela 4.1-12 - Regiões e Sub-regiões hidrográficas do estado do Pará (Resolução nº 04 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

DIVISÃO HIDROGRÁFICA DO ESTADO DO PARÁ			
REGIÕES HIDROGRÁFICA	ÁREA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA (KM)	% EM RELAÇÃO A ÁREA TOTAL DO ESTADO	SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS
Calha Norte	272.599,81	21,8	Nhamundá –Trombetas, Cuminapanema –Maecurú, Parú – Jarí
Tapajós	210.318,18	16,8	Tapajós – Amazonas, Tapajós
Baixo Amazonas	41.531,51	3,3	-
Xingu	335.316,04	26,9	Fresco, Iriri, Baixo Xingu e Alto Xingu
Portel Marajó	109.863,79	8,8	Calha Amazônica, Marajó Ocidental, Marajó Oriental, Rio Pará, Baía de Caxuanã
Tocantins-Araguaia	128.580,09	10,3	Tocantins, Itacaiúnas e Araguaia
Costa Atlântica-Nordeste	118.683,23	9,5	Guamá-Moju. Gurupi e Costa Atlântica

Fonte: SEMA, 2012.

Figura 4.1-97 - Mapa de Sub-regiões hidrográficas do Estado do Pará.

FIGURA EM A3

O Projeto Coringa encontra-se no limite entre as Bacias Hidrográficas do Tapajós e Xingu, segundo a classificação da Agência Nacional de Águas (ANA) para fins de gestão de recursos hídricos, cujas drenagens nos alvos deságuem nos rios Jamanxim e Curuá, pertencentes respectivamente as bacias hidrográficas do rio Tapajós e rio Xingu, portanto, da Região Hidrográfica do Amazonas.

Tanto a definição de ADA (Área Diretamente Afetada) quanto de AID (Área de Influência Direta) pela pesquisa mineral do Projeto Coringa; consideram as drenagens existentes nos rios Jamanxim e Curuá, afluentes, respectivamente dos rios Tapajós e Xingu, como elementos essenciais da definição dos referidos espaços geográficos e portando, espaço territorial onde há possibilidade de impacto ambiental pela atividade proposta, o que justificou durante os trabalhos de campo um maior detalhamento das informações hidrológicas dos corpos d'água é superficiais associados à ocorrência do Alvo Coringa.

O rio Jamanxim é afluente do rio Tapajós, que por sua vez, é afluente do rio Amazonas. O Rio Jamanxim nasce na Serra do Cachimbo, no município de Novo Progresso e desagua no rio Tapajós. Segundo Silva (2014), o rio Jamanxim é o afluente da margem direita com maior área de drenagem do rio Tapajós.

Segundo Souza e Batista (2007), os principais afluentes do rio Jamanxim são: os rios Tocantins e Novo na margem esquerda e o rio Arari na margem direita. Também são contribuintes do rio Jamanxim, os igarapés menores com destaque para o Córrego Bronca, o Córrego Grota Rica, o Córrego Louro, o Córrego Franco Freire, o Córrego Luciano e o Córrego Silvinho.

As características fisiográficas do Alto Rio Jamanxim são apresentadas na Tabela 4.1-13. Esse rio tem uma área de drenagem de 5.867,5 km², sendo que 99% estão contidos no território do município de Novo Progresso e apenas 1% no município de Altamira (SOUZA; BATISTA, 2007).

Tabela 4.1-13 - Características fisiográficas do Alto Rio Jamanxim.

PARÂMETROS	UNIDADE	VALORES
Área de Drenagem	km ²	5867,5
Declividade média da bacia	%	3,3
Trajeto máximo de escoamento	km	214,2
Declividade do trajeto do escoamento	%	0,2
Comprimento máximo do rio	km	211,1
Declividade média do rio mais longo		0,1
Comprimento da bacia	Km	142,4
Fator de forma	-	3,5
Sinuosidade do rio principal	-	1,5
Perímetro	km	747,1
Elevação média	m	307,9
Comprimento total dos cursos d'água	km	2973,7

PARÂMETROS	UNIDADE	VALORES
Densidade de drenagem	km/km ²	0,5
Coeficiente de compacidade	-	2,7
Ordem da bacia	-	6 ^a

Fonte: SOUZA; BATISTA, 2007.

O rio Curuá é afluente da margem esquerda do rio Iriri (ARAUJO, et al. 2015) e este pertence a bacia hidrográfica do rio Xingu. Leme Engenharia Ltda. (2005) em seu diagnóstico ambiental do Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, descreve alguns dados como estimativa do rio Curuá como tendo uma área de drenagem de 36.901 km², um comprimento de 569 km, uma vazão média de 3.943 m³.s⁻¹ e uma variação de nível de água de 10,24 a 1,00 m.

4.1.9.1.2 Características hidrológicas locais:

Para a caracterização hidrológica local levou-se em consideração os dados de precipitação, de vazão e de cotas hidrológicas. O município de Novo Progresso não dispõe de estações pluviométricas. Neste caso, utilizou-se dados de quatro diferentes estações próximas ao município para a caracterização do regime de chuva do município, conforme mostra a descrição do Quadro 4.1-21. Optou-se por essas estações, pois elas disponibilizam séries históricas de longo período.

Quadro 4.1-21 - Descrição das estações pluviométricas.

Estação	Nome	Código	Operadora	Período	Coordenadas geográficas	
					Lat	Lon
01	Jamxim	00655003	UFC	1994-2014	05°30'00"	55°50'00'
02	Novo Progresso	00755000	Eletronorte	1998-2012	07°03'38"	55°24'28"
03	Km 1130 BR 163	00555002	UFC	1987-2015	06°40'17"	55°29'45"
04	Km 1326 BR 163	00555000	UFC	1981-2015	05°10'57"	56°03'28"

Fonte: Hidroweb-ANA.

A partir os Sistema de Informações Hidrológicas - Hidroweb, da Agencia Nacional de Águas - ANA, que disponibiliza em seu banco de dados, a série histórica de precipitação nas estações pluviométricas acima descritas, foi possível compor o gráfico com a média dos dados das quatro estações e assim fazer a caracterização pluviométrica de Novo Progresso e assim caracterizar o regime de chuva na área do empreendimento.

Os rios que estão na área do empreendimento são os rios Jamxin, na Bacia Hidrográfica do Tapajós e o Rio Curuá, na Bacia Hidrográfica do Rio Xingu. Assim, para fins de caracterização fluviométrica, levou-se em consideração dados históricos disponíveis nas duas sub-bacias (Jamxin e Curuá).

A caracterização fluviométrica do município da área do empreendimento partiu de dados da estação fluviométrica Base do Cachimbo e Cajueiro, cujo os dados estão disponíveis no Portal do Sistema de Informações Hidrológicas - Hidroweb, da Agencia Nacional de

Águas – ANA. Para os dados de descarga fluvial da Sub-Bacia do Jamanxim levou-se em consideração a série histórica de 28 anos (período de 1981-2009). Já os dados de nível fluviométrico, considerou-se a série histórica de 34 anos (período de 1981-2015). Os dados são referentes ao rio Braço Norte, afluente direto do Jamanxim, no município de Novo Progresso, cuja a área de drenagem é de 456 km².

Para a caracterização fluviométrica do Rio Curuá, os dados de cotas são da série histórica de 1975 a 2015 e os dados vazão são de 1975 a 2006. A área de drenagem é de 35600 km². Os dados são da Estação Cajueiro no rio Curuá (em Altamira), afluente do rio Xingu.

Quadro 4.1-22 - Descrição da estação fluviométrica.

Estação	Tipo	Cód	Operad.	Período	Bacia	Coordenadas geográficas	
						Lat	Lon
Base do Cachimbo	Fluviométrica (Vazão)	17345000	CPRM	1981-2009	Tapajós	09°21'32"	54°54'14"
Base do Cachimbo	Fluviométrica (Cotas)	17345000	CPRM	1981-2015	Tapajós	09°21'32"	54°54'14"
Cajueiro	Fluviométrica (cotas)	18650000	ANA	1976-2015	Xingu	05°39'00"	54°31'15"
Cajueiro	Fluviométrica (Vazão)	18650000	ANA	1976-2006	Xingu	05°39'00"	54°31'15"

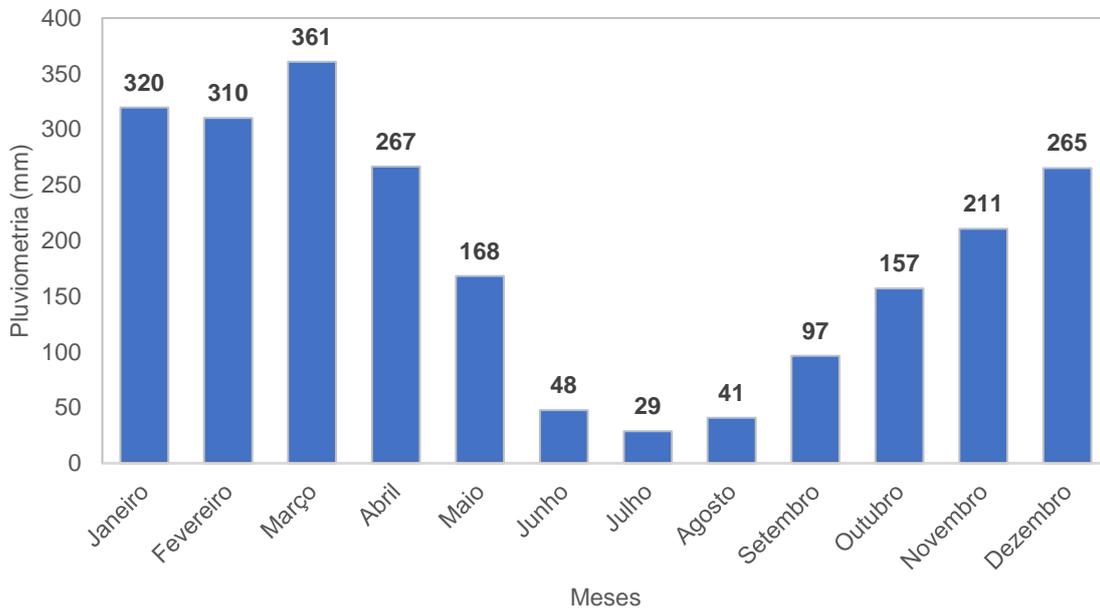
Fonte: Hidroweb-ANA.

● Caracterização pluviométrica da área do empreendimento

Conforme se pode observar no gráfico da Figura 4.1-98, a região onde o município está inserido apresenta dois períodos distintos: os seis meses mais chuvosos do ano (novembro a abril) apresentam precipitação média mensal acima de 200 mm, com pico de precipitação no mês de março (361 mm). Já os meses menos chuvosos (maio a outubro) apresentam precipitação média abaixo de 200 mm. Os três meses menos chuvosos (junho a agosto) apresentam precipitação abaixo de 50 mm. O mês mais seco é o mês de julho com apenas 29 mm de precipitação média.

A precipitação total da região é na ordem de 2.272 mm anual. Os seis meses mais chuvosos acumulam em torno de 1.734 mm de chuva, o que representa mais de 75% do total anual de chuva da região. A precipitação total anual aqui descrita concorda com os dados apresentados por Moraes et al. (2005), que descreve a região do município de Novo Progresso com faixa de precipitação entre 1800 a 2300 mm.

Figura 4.1-98 - Pluviometria da região de Novo Progresso.



Fonte: Hidroweb-ANA.

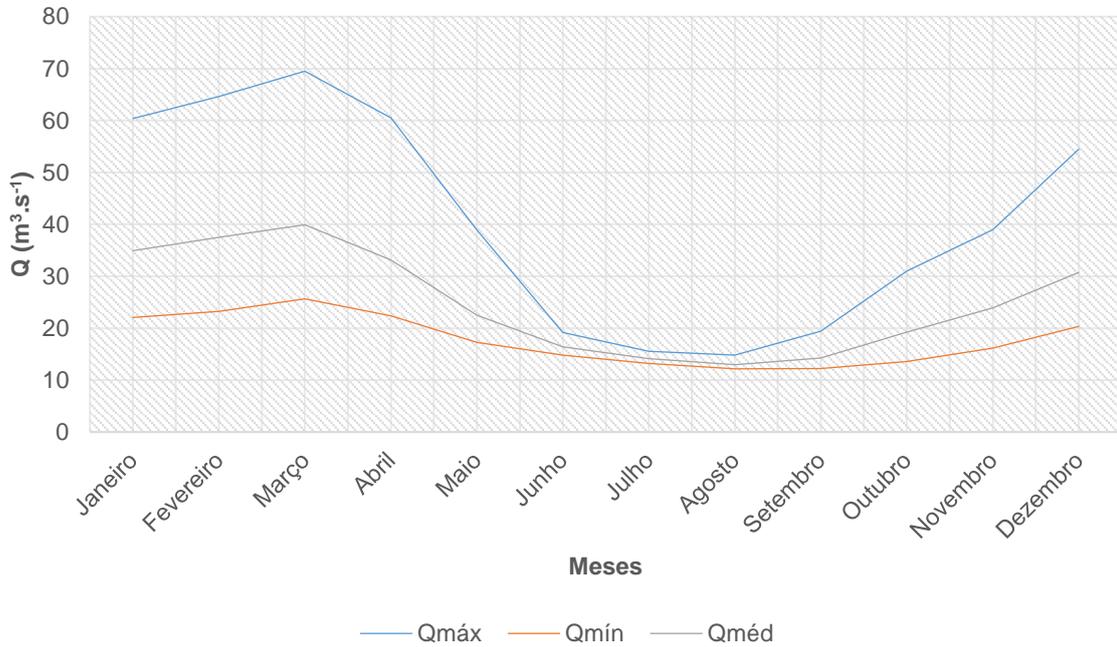
● Caracterização fluviométrica do Rio Jamanxim

Na Figura 4.1-99 é apresentada a curva de vazão média mensal e máximas e mínimas para a estação fluviométrica de Base do Cachimbo, rio Braço Norte em Novo Progresso. Através do gráfico se observa que o padrão sazonal da vazão hidrométrica segue o padrão dos regimes de chuvas na região, sendo que os meses de janeiro a abril apresentam os maiores valores de vazão, enquanto que durante os meses de junho a agosto se observa o trimestre de recessão na disponibilidade de vazão no rio em questão. A partir de setembro, a descarga começa a aumentar, seguindo a mesma tendência das chuvas da região.

Os maiores registros de vazão coincidem com os picos de chuva da região entre os meses de janeiro a abril com descarga máxima de $69,50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ no mês de março. Já as menores vazões ocorrem nos meses junho, julho e agosto, sendo o mês de agosto o que apresenta a menor descarga fluvial com $14,82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. A vazão média anual é na ordem de $24,98 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, com máximas e mínimas variando entre $40,68 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ e $17,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, respectivamente.

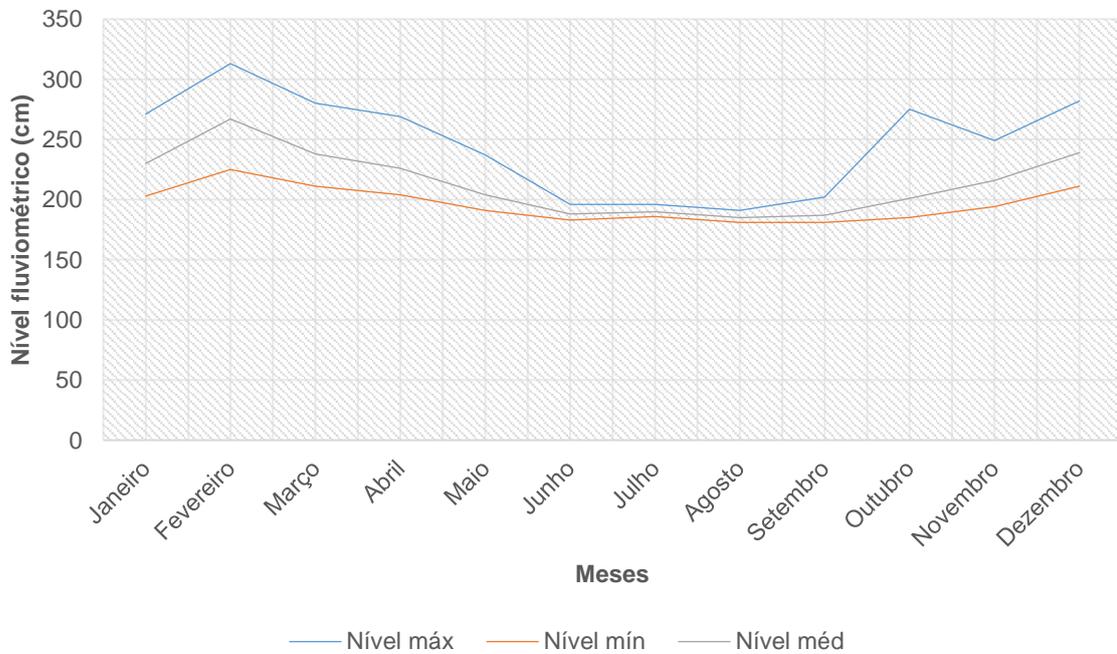
A Figura 4.1-100 mostra o gráfico com o nível fluviométrico mensal do Rio Braço Forte em Novo Progresso. O nível fluviométrico do rio Braço Forte acompanha o regime de chuva da região e tem seu nível máximo nos meses mais chuvosos março e abril e nível mínimo entre junho, julho e agosto. Em setembro, o nível do rio começa a aumentar conforme se observa o aumento da precipitação. A série histórica aponta para uma amplitude entre o nível mínimo e máximo do Rio Braço Norte de 1,28 metro.

Figura 4.1-99 - Vazões Médias, Máximas e Mínimas Mensais Do Rio Braço Forte em Novo Progresso (1981-2009).



Fonte: Hidroweb-ANA.

Figura 4.1-100 - Níveis Fluviométricos Médias, Máxima e Mínima Mensais do Rio Braço Forte, Novo Progresso (1981-2015).



Fonte: Hidroweb-ANA.

● Caracterização fluviométrica do Rio Curuá.

A Figura 4.1-101 mostra a vazão do rio Curuá, afluente do rio Xingu no município de Altamira-PA, considerando a série histórica de 1976 a 2006. De acordo com essa figura, a curva de vazão máximas, mínimas e médias seguem o padrão sazonal da região com picos de vazão nos meses de fevereiro, março e abril. O pico de vazão coincide com o pico de maior precipitação da região nos meses de março e abril. Por outro lado, as menores vazões podem ser observadas nos meses de agosto, setembro e outubro. A vazão máxima ocorre no mês de abril ($2383 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), enquanto a mínima ocorre em setembro com $102 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

A faixa média e baixa da bacia do Rio Xingu, que compreende a sub-bacia do rio Curuá é marcada por um regime sazonal de vazões, onde os meses mais chuvosos são aqueles de janeiro a maio e que apresentam os maiores volumes escoados, conforme mostra o gráfico da figura abaixo.

Figura 4.1-101 - Vazões Médias, Máximas e Mínimas Mensais Do Rio Curuá em Altamira (1976-2006).

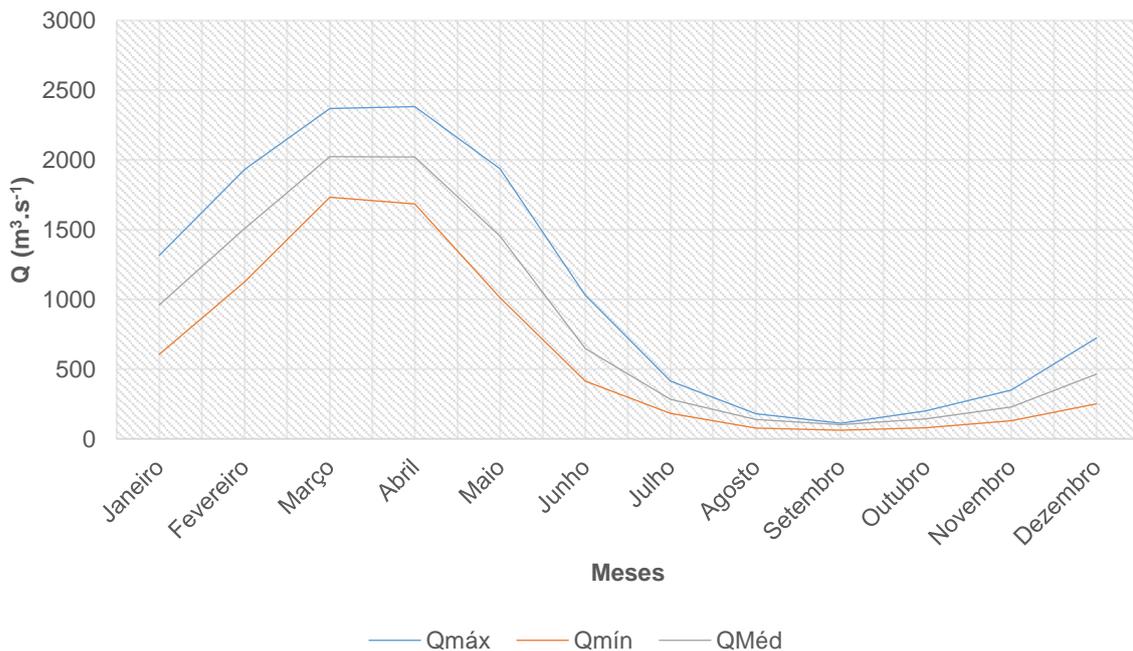
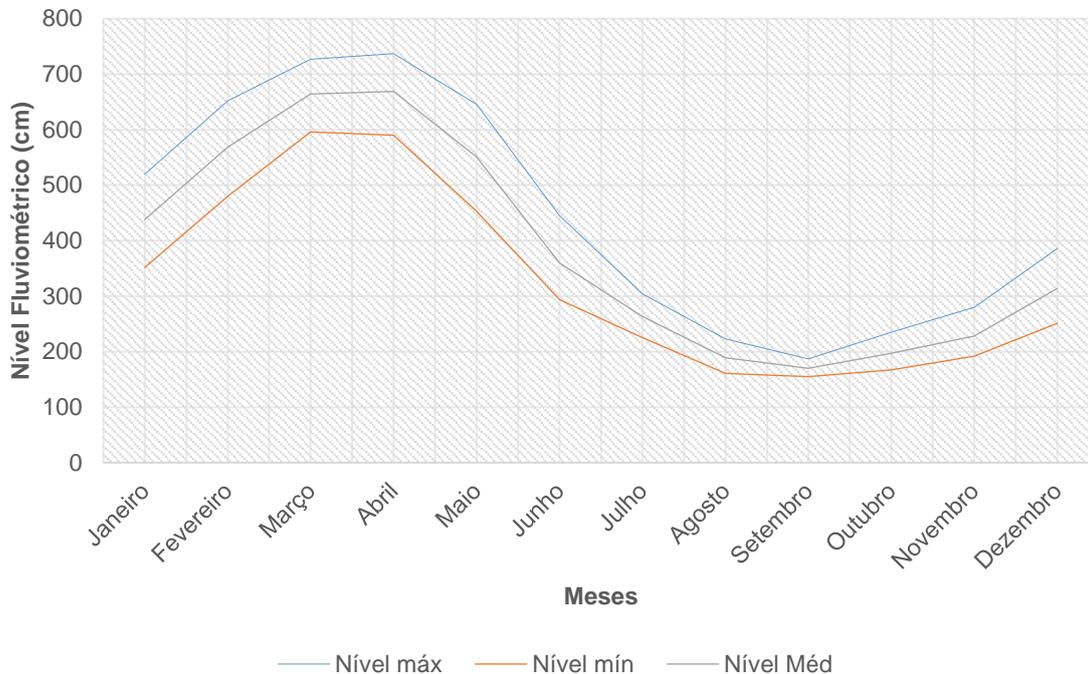


Figura 4.1-102 apresenta o gráfico com a curvas dos níveis fluviométricos do Rio Curuá. O nível fluviométrico do rio Curuá acompanha o regime de chuva da região e tem seu nível máximo nos meses mais chuvosos março e abril e nível mínimo entre agosto, setembro e outubro. Em novembro, o nível do rio começar a aumentar conforme se observa o aumento da precipitação da região. A série histórica aponta para uma amplitude entre o nível mínimo e máximo do Rio Curuá de 5,82 metro. LEME ENGENHARIA descreve uma amplitude variando de 10,24 a 1,00 m.

Figura 4.1-102 - Níveis Fluviométricos Médias, Máxima e Mínima Mensais do Rio Curuá, em Altamira (1976-2015).



4.1.9.2 Qualidade da água superficial e subterrânea

Este relatório apresenta os resultados obtidos a partir do monitoramento dos recursos hídricos, relacionados à qualidade da água superficial e subterrânea, na área de influência do Projeto Coringa. A partir da análise desses parâmetros é possível traçar o diagnóstico ambiental dos recursos hídricos da área de influência direta do empreendimento.

A **qualidade das águas** é representada por um conjunto de características de natureza química, física e biológica. Sendo um recurso comum a todos e de caráter estratégico, foi necessário, para a proteção dos corpos d'água, instituir restrições legais de uso através de leis, resoluções e diretrizes. Desse modo, as propriedades e atributos da água, devem ser mantidas, dentro de certos limites, os quais são representados por padrões, valores orientadores da qualidade de água, dos sedimentos e da biota.

O **monitoramento de qualidade das águas** é um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental. Ele consiste, basicamente, no acompanhamento sistemático dos aspectos qualitativos das águas, visando a produção de informações e é destinado à comunidade científica, ao público em geral e, principalmente, às diversas instâncias decisórias. Nesse sentido, o monitoramento é um dos fatores determinantes no processo de gestão ambiental, uma vez que propicia uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental.

4.1.9.2.1 Metodologia

Para a análise da qualidade das águas do Projeto Coringa foram selecionados sete pontos de amostragens, sendo cinco pontos de água superficial e dois pontos de água subterrânea conforme descrito no Quadro 4.1-23 com as suas respectivas coordenadas geográficas.

Os cursos de drenagem, onde foram realizadas as amostragens de água superficial, segundo a resolução CONAMA 357/2005 se enquadram na classificação de águas doces classe 2, com potencialidade de serem utilizadas para o abastecimento humano após tratamento convencional. Nesse sentido as características ambientais são avaliadas considerando os limites de aceitabilidade para os padrões físico-químicos e bacteriológicos pela resolução CONAMA 357/2005. Por outro lado, as amostras de água subterrânea foram avaliadas considerando a Resolução 396/2008 do CONAMA que determina padrão de qualidade para as águas subterrâneas.

Quadro 4.1-23 - Descrição dos pontos de amostragens de qualidade de água superficial e subterrânea.

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DE ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA				
PONTO DE AMOSTRAGENS	DESCRIÇÃO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE
P01 SUP	Ponto de coleta de água superficial. Igarapé sem nome. Igarapé sob influência de atividade de garimpagem e com vegetação marginal em bom estado de conservação.	55° 2' 15,202" O	7° 35' 28,169" S	252 m
P02 SUP	Ponto de coleta de água superficial. Igarapé Fofão, que ainda mantém a sua vegetação em bom estado de conservação.	55° 2' 7,912" O	7° 32' 39,973" S	337m
P03 SUP	Ponto de coleta de água superficial. Igarapé Coringa. Mata ciliar em bom estado de conservação.	55° 2' 9,330" O	7° 31' 24,370" S	293 m
P04 SUP	Ponto de coleta de água superficial. Igarapé Mato Velho. Presença de material em decomposição no fundo do rio. Mata ciliar em bom estado de conservação	55° 3' 8,831" O	7° 30' 27,677" S	292 m
P05 SUP	Ponto de coleta de água superficial. Lagoa já utilizada para a atividade de garimpo. Água com coloração esverdeada.	55° 3' 44,384" O	7° 31' 36,062" S	307 m

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DE ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA				
PONTO DE AMOSTRAGENS	DESCRIÇÃO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE
P01 SUB	Ponto de coleta de água subterrânea. Poço de 8 m de profundidade localizado no alojamento do projeto Coringa.	07°32'4,232"	055°02'50,788"	329 m
P02 SUB	Ponto de coleta de água subterrânea. Poço de 10 m de profundidade, localizado na portaria de acesso ao projeto Coringa.	07°36'18,112"	055°02'27,362"	274 m

Os parâmetros condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), pH (a 20°C), salinidade, sólidos totais dissolvidos (STD) e temperatura (T) foram medidos pela equipe responsável em campo, no ato da coleta, conforme fotos da Figura 4.1-103. Os demais parâmetros foram realizados através de amostras coletadas e encaminhadas para o laboratório, que conduziram o processamento de ensaios, para obtenção dos resultados.

As amostras de águas superficiais e subterrâneas foram coletadas pela equipe técnica da Terra Ltda. e, posteriormente, encaminhadas para o Laboratório Multianálises em Belém-PA, que conduziram as análises para a emissão dos laudos com os respectivos resultados, respeitando o limite de 24 horas para determinados parâmetros, como por exemplo, os bacteriológicos.

Foram realizadas duas amostragens considerando os dois períodos sazonais distintos na região do empreendimento: o período seco e o período chuvoso. As coletas da primeira campanha referentes ao período chuvoso, ocorreram entre os dias 12 e 13 de maio de 2016, enquanto que a coleta no período seco ocorreu no período de 19 e 20 de agosto de 2016.

Figura 4.1-103 - Medição de parâmetros físico-químicos in loco: (a) calibração de equipamento; (b) a (f) medição de parâmetros in loco.



(a)



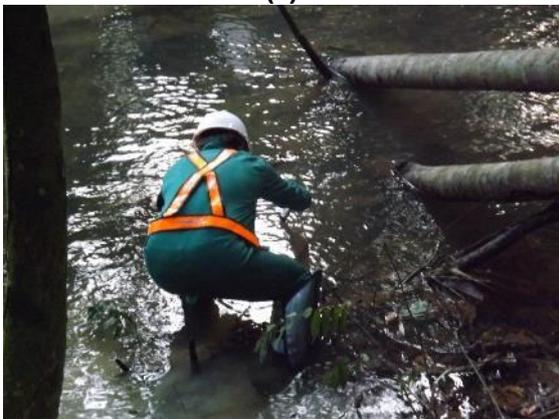
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Fonte: Terra, 2016.

Os parâmetros analisados para água superficial foram comparados aos valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama nº 357/2005, que determina padrão de qualidade para águas doces - classe 2. Por outro lado, os parâmetros para a água subterrânea foram comparados aos valores máximos permitidos (VMP) da Resolução Conama 396/2008 que dispõe sobre o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano. O Quadro 4.1-24 descreve os parâmetros analisados com seus respectivos métodos de análise.

Quadro 4.1-24 - Métodos de análise dos parâmetros de qualidade de água dos pontos de amostragem do Projeto Coringa.

PARÂMETROS	MÉTODO
Alumínio dissolvido	Standard Methods 21st – Método 3120B
Cádmio Total	ICP-AES
Chumbo	ICP-AES
Cianeto	HPLC
Cobalto Total	ICP-AES
Cobre Dissolvido	Standard Methods 21st – Método 3120B
Coliformes termotolerantes	NMP
Coliformes totais	NMP
Condutividade Elétrica	Potenciometria
Cor Aparente	Espectrofotometria
Cromo Hexavalente	Standard Methods 21st – Método 3500B
Cromo Trivalente	Standard Methods 21st – Método 3500B
DBO	Incubação por 5 dias
DQO	Digestão Ácido/Espectrofotometria
E. Coli	Bioquímica Reacional
Fenóis Totais	Espectrofotometria
Ferro Dissolvido	Espectrofotometria
Fósforo total	Espectrofotometria

PARÂMETROS	MÉTODO
Magnésio	ICP-AES
Mercúrio Total	ICP-AES
Nitrato	Espectrofotometria
Nitrito	Espectrofotometria
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria
Nitrogênio Kjeldhal	Standard Methods 21st
Nitrogênio Orgânico	Espectrofotometria
Nitrogênio Total	Espectrofotometria
Óleos e Graxas	Extração para solvente
Oxigênio Dissolvido	Winkler
pH (a 20°C)	Potenciometria
Salinidade	Standard Methods 21s-Método 4500 Ct
Sólidos Sedimentáveis Totais (SST)	Cone Imhoff
Sólidos Suspensos Totais	Espectrofotometria
Sólidos Totais (ST)	Gravimetria
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	Gravimetria
Sulfato	Espectrofotometria
Temperatura	Termometria
Turbidez	Espectrofotometria

A Figura 4.1-104 mostra o mapa com os pontos selecionados para o diagnóstico de qualidade das águas superficial e subterrânea. Os pontos de coleta de amostras de água foram definidos de forma a contemplar as áreas de influência do empreendimento.

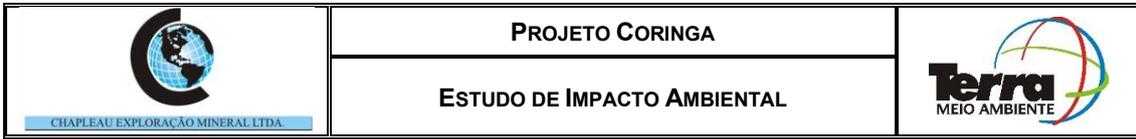


Figura 4.1-104 - Mapa de localização dos pontos de qualidade de água superficial e água subterrânea.

FIGURA EM A3

Vale ressaltar que durante o período seco só foi possível coletar amostras em dois pontos de amostragens de água superficial, sendo os pontos P01SUP e P05SUP, pois os demais pontos secaram devido à forte estiagem que está ocorrendo na região.

As fotos da Figura 4.1-105 mostram os pontos de amostragem de água superficial e subterrânea na área de influência do Projeto Coringa, considerando os dois períodos de coleta. Conforme se pode observar nessas fotos, os pontos P02SUP, P03SUP e P04SUP estavam secos e com isso não foi possível fazer a coleta para a análise das condições de suas águas no período de estiagem.

Figura 4.1-105 - Caracterização geral dos pontos de amostragem de qualidade de água do Projeto Coringa. (a) Ponto P01SUP chuvoso; (b) ponto P01SUP seco; (c) ponto P02SUP chuvoso; (d) ponto P02SUP seco; (e) ponto P03SUP chuvoso; (f) ponto P03SUP seco; (g) ponto P04SUP chuvoso; (h) ponto P04SUP seco; (i) ponto P05SUP chuvoso; (j) ponto P05SUP seco; (k) ponto P01SUB chuvoso; (l) ponto P01SUB seco; (m) ponto P02SUB chuvoso e (n) ponto P02SUB seco.





CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

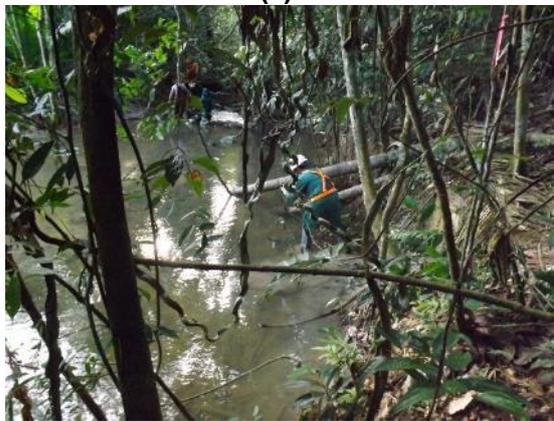
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



(e)



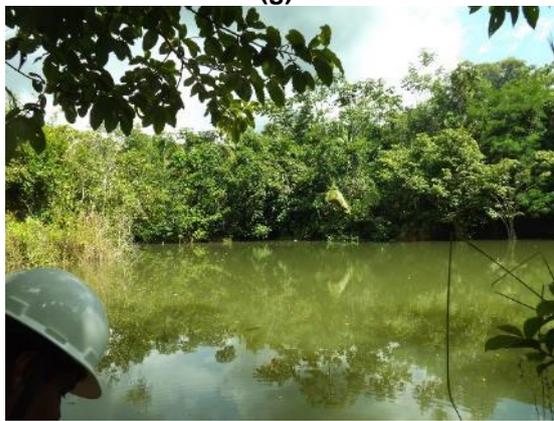
(f)



(g)



(h)



(i)



(j)





Fonte: Terra.

4.1.9.2.2 Índice de qualidade de água

Os índices e indicadores ambientais surgiram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente apresenta-se como um desafio permanente de gerar indicadores e índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sistemática e acessível, para os tomadores de decisão (CETESB, 2003).

Para o público em geral, a informação dos valores de concentrações dos poluentes nos corpos d'água tem pouco significado, devido às técnicas envolvidas na interpretação dos resultados. Por este motivo, podem-se adotar, a fim de facilitar a comunicação com o público, os Índices de Qualidade das Águas (IQA), que retratam através de um índice global, a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento, ou seja, utiliza a média de diversas variáveis, resultando em apenas um único valor que retratam condições variando de "muito ruim" a "excelente", ou que permitam interferências sobre alguns aspectos específicos sobre o curso d'água, tal como biodiversidade e toxicidade.

Na caracterização da qualidade da água dos corpos hídricos monitorados, utilizaram-se alguns parâmetros que representam suas características físico-químicas e biológicas, os indicadores da qualidade da água, que representam impurezas quando ultrapassam a certos valores estabelecidos. Estes parâmetros foram estabelecidos pela National Sanitation Foudantion (NSF) nos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água (IQA).

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

Onde:

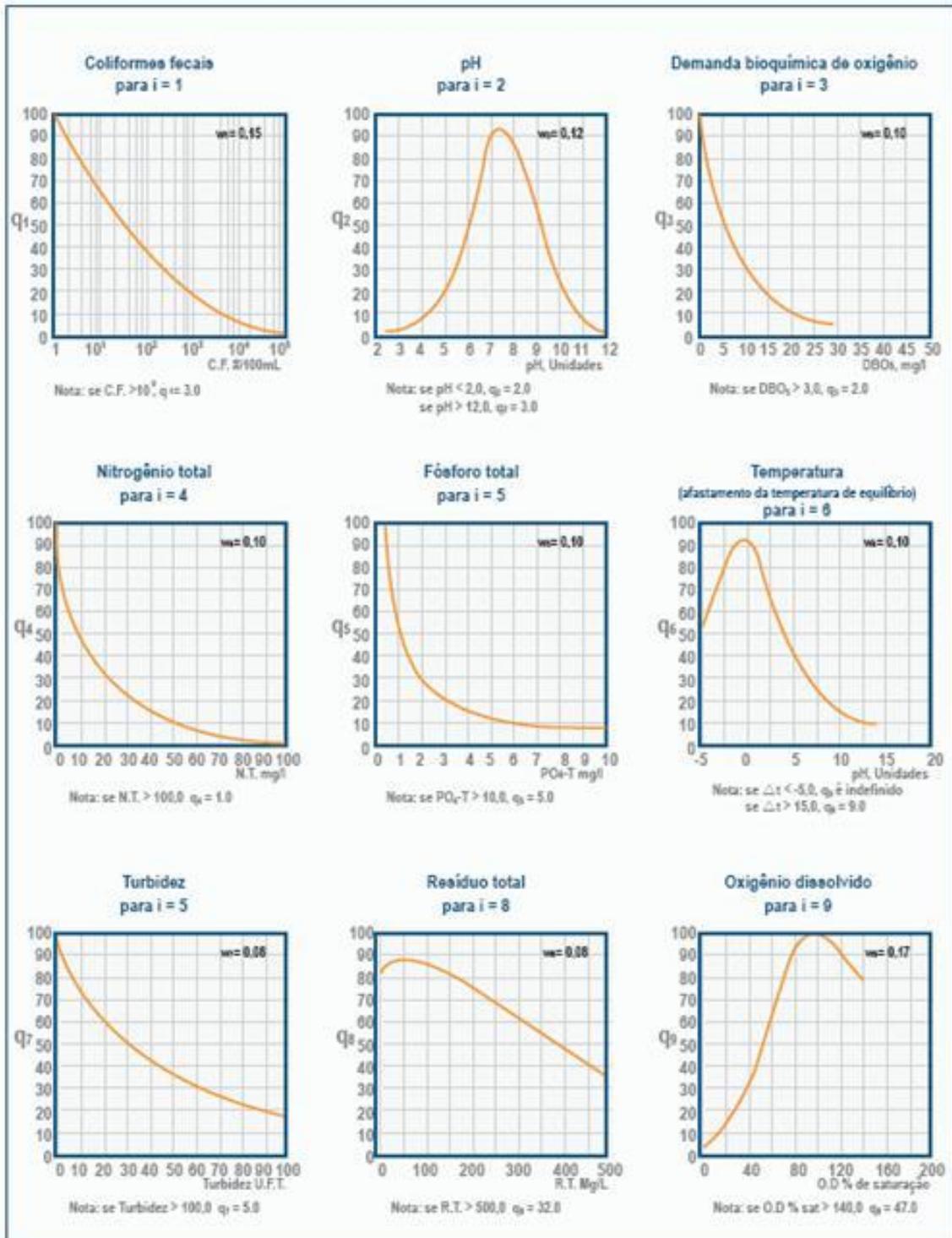
IQA: Índice de Qualidade das Águas (número entre 0 e 100)

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, observada na Figura 4.1-106 em função de sua concentração ou medida

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para conformação global de qualidade

i : número do parâmetro, variando de 1 a 9 ($n=9$), ou seja, o número de parâmetro que compõem o IQA é 9).

Figura 4.1-106 - Curva média de variação de qualidade CETESB (2003).



Fonte: CETESB, 2003.

O somatório dos pesos de todos os parâmetros é igual a 1 ou seja:

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

Com isso nove parâmetros foram considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA.

Os pesos (q_i) de cada parâmetro estão apresentados na Tabela 4.1-14, estes pesos foram determinados pelo painel de especialistas que desenvolveu o IQA-NSF, e retratam a importância relativa de cada parâmetro.

Tabela 4.1-14 - Valores dos pesos q_i de cada parâmetro do IQA.

Parâmetro	Unidade	q_i
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ML	0,15
pH	-	0,12
DBO ₅	MG/L	0,10
Nitrogênio Total	MGN/L	0,10
Fósforo total	MGPO/L	0,10
Diferença de temperatura	°C	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos Totais	MG/L	0,08
OD	% SATURAÇÃO	0,17

A classificação da qualidade da água segundo o IQA é feita de acordo com a Tabela 4.1-15, apresentam-se a versão adaptada pela CETESB a partir da classificação original do NSF.

Tabela 4.1-15 - Classificação da qualidade da água segundo IQA CETESB, 2003).

Classificação	Cor	Faixa de IQA
Ótima	Azul	$80 \leq \text{IQA} \leq 100$
Boa	Verde	$52 \leq \text{IQA} < 80$
Aceitável	Amarela	$37 \leq \text{IQA} < 52$
Ruim	Vermelha	$20 \leq \text{IQA} < 37$
Péssima	Preta	$0 \leq \text{IQA} < 20$

4.1.9.2.3 Resultados

A partir da coleta de amostras e da condução das análises laboratoriais é possível apresentar o diagnóstico da situação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneo da área do empreendimento do Projeto Coringa – Mineração Chapleau. Os laudos com os resultados das análises estão apresentados no Anexo VIII.

● **Água superficial**

A Tabela 4.1-16 apresenta os resultados analíticos dos parâmetros dos cinco pontos de água superficial amostrados para a composição deste diagnóstico.



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Tabela 4.1-16 - Resultados analíticos das amostras de água superficial coletadas na área do Projeto Coringa – Mina Chapleau.

PARAMETROS	UNIDADE	PERÍODO CHUVOSO					PERÍODO SECO					VMP CONAMA 357/2005
		P01SUP	P02SUP	P03SUP	P04SUP	P05SUP	P01SUP	P02SUP	P03SUP	P04SUP	P05SUP	
Cor Aparente	uH	>500	159	96	63	62	>500	NC	NC	NC	55	SR
pH (a 20°C)		6,67	5,63	6,4	6,4	6,26	6,47	NC	NC	NC	6,3	6 a 9
Oxigênio Dissolvido	mg_O ₂ .L ⁻¹	4,7	2,9	6,2	4,9	4,2	0,7	NC	NC	NC	4,5	>5
Temperatura	°C	25,7	25,0	26,1	25,6	26,9	23,0	NC	NC	NC	24,3	-
Condutividade elétrica	uS.cm ⁻¹	27	7	15	13	14	53	NC	NC	NC	22	-
Turbidez	UNT	937	10,3	10,75	9,69	7,6	62,6	NC	NC	NC	6,92	<100
Sólidos Totais em Suspensão	mg_STS.L ⁻¹	847	13	24	13	9	37	NC	NC	NC	5	-
Sólidos Sedimentáveis Totais	ml_SS.L ⁻¹	0,9	0,5	0,2	0,2	0,2		NC	NC	NC		-
Sólidos Totais Dissolvidos	mg_STD.L ⁻¹	18	4	9	8	8	36	NC	NC	NC	19	500
Sólidos Totais	mg_ST.L ⁻¹	977	53	82	52	37	73	NC	NC	NC	24	-
Salinidade	ppm	13	0	7	6	6	27	NC	NC	NC	14	-
DBO	mg_O ₂ .L ⁻¹	5,1	2,3	2,7	2,3	2,2	6,26	NC	NC	NC	4,42	<5
DQO	mg_O ₂ .L ⁻¹	28	12	11,15	12	11	20,49	NC	NC	NC	11,44	-
Nitrogênio Amoniacal	mg_N_NH ₃ .L ⁻¹	5,7	0,11	0,1	0,1	0,11	ND	NC	NC	NC	0,01	3,7
Nitrato	mg_N_NO ₃ .L ⁻¹	1,2	0,8	0,9	1	1,1	2,7	NC	NC	NC	1,8	10
Nitrito	mg_N_NO ₂ .L ⁻¹	0,006	0,001	0,006	0,002	0,002	ND	NC	NC	NC	ND	1
Nitrogênio Kjeldhal	mg_NK.L ⁻¹	6,93	0,14	0,13	0,14	0,11	ND	NC	NC	NC	ND	-
Nitrogênio Orgânico	mg_NO.L ⁻¹	0,23	0,03	0,03	0,04	ND	ND	NC	NC	NC	ND	-
Nitrogênio Total	mg-NT.L ⁻¹	8	2,2	1,5	1,8	1,6	8	NC	NC	NC	1	-
Fósforo Total	mg_P.L-1	2,1	7,2	6,2	7,1	5,5	0,28	NC	NC	NC	0,42	0,1



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



PARAMETROS	UNIDADE	PERÍODO CHUVOSO					PERÍODO SECO					VMP CONAMA 357/2005
		P01SUP	P02SUP	P03SUP	P04SUP	P05SUP	P01SUP	P02SUP	P03SUP	P04SUP	P05SUP	
Óleos e graxas	mg.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND	VA
Fenóis Totais	mg.L ⁻¹	0,08	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND	0,003
Alumínio dissolvido	mg_AI.L ⁻¹	0,003	0,001	ND	ND	0,002	ND	NC	NC	NC	ND	0,1
Ferro dissolvido	mg_Fe.L ⁻¹	0,08	0,07	0,03	0,08	0,05	ND	NC	NC	NC	0,42	0,3
Cádmio Total	mg_Cd.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND	0,001
Cobalto Total	mg_Co.L ⁻¹	0,032	0,002	ND	0,01	ND	ND	NC	NC	NC	ND	0,05
Mercúrio Total	mg_Hg.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND	0,0002
Cobre Dissolvido	mg-Cu.L ⁻¹	0,01	0,012	0,01	0,01	ND	ND	NC	NC	NC	ND	0,009
Cromo Hexavalente	mg_CrVI.L ⁻¹	ND	0,02	0,067	0,007	0,014	0,01	NC	NC	NC	0,01	-
Cromo Trivalente	mg_CrIII.L ⁻¹	0,09	0,01	0,007	0,013	0,026	0,01	NC	NC	NC	0,01	-
Cianeto	mg_CN.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND	0,005
Chumbo	mg_Pb.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	0,155	NC	NC	NC	0,153	0,01
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml	23	8	0	1600	0	1600	NC	NC	NC	1600	1000
E. Coli	NMP	Presente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	NC	NC	NC	Presente	1000
Coliformes Totais	NMP	23	8	0	1600	0	1600	NC	NC	NC	1600	-
Sulfato	mg_SO ₄ .L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND	250
Magnésio	mg_Mg.L ⁻¹	4,22	3,37	3,37	1,69	2,53	14,33	NC	NC	NC	5,9	-

VPM – Valor Máximo Permitido; NC – Não Coletado; 1 - Parâmetros medidos in loco. NMP – Números Mais Prováveis; UFC – Unidade de Coliformes Fecais; SR – Sem Referência; ND – Não Detectado; V.A – Virtualmente Ausente.

● Cor aparente

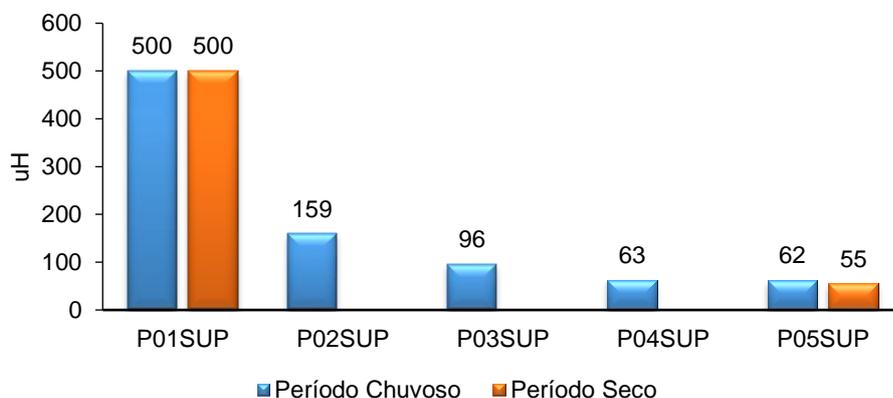
A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os coloides orgânicos pode-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos, etc), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.).

A cor da água é definida em cor verdadeira e cor aparente. A diferença é que a cor verdadeira é definida sem turbidez e a cor aparente apresenta turbidez. A Resolução Conama 357/2005 determina um limite de até 75 mg_Pt.L⁻¹ apenas para a Cor verdadeira.

O resultado analítico da cor aparente está apresentado na Figura 4.1-107. Conforme se pode observar, durante o período chuvoso, os valores variaram acima de 500 uH no ponto P01SUP a 62uH no ponto P05SUP. O ponto P01SUP apresentou um valor muito superior aos demais pontos amostrados com valor superior a 500 uH, conforme se pode observar na Tabela 4.1-16. Sem dúvida, a atividade ilegal de garimpagem ocorrida nesse igarapé, conforme se observou durante a atividade de campo foi determinante para a alteração deste parâmetro e a da turbidez, conforme será visto mais adiante. É possível observar na Figura 4.1-105 (a) uma coloração branca na água desse igarapé devido a atividade de garimpagem.

No período seco, o mesmo resultado foi observado na segunda campanha ocorrida para o P01SUP. A redução da quantidade de água associada a concentração de substâncias orgânicas em decomposição presentes nesse corpo hídrico (Figura 4.1-105 b) pode estar associada a elevada cor nessa amostra.

Figura 4.1-107 – Resultados analíticos da cor aparente nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



● Potencial Hidrogeniônico – pH

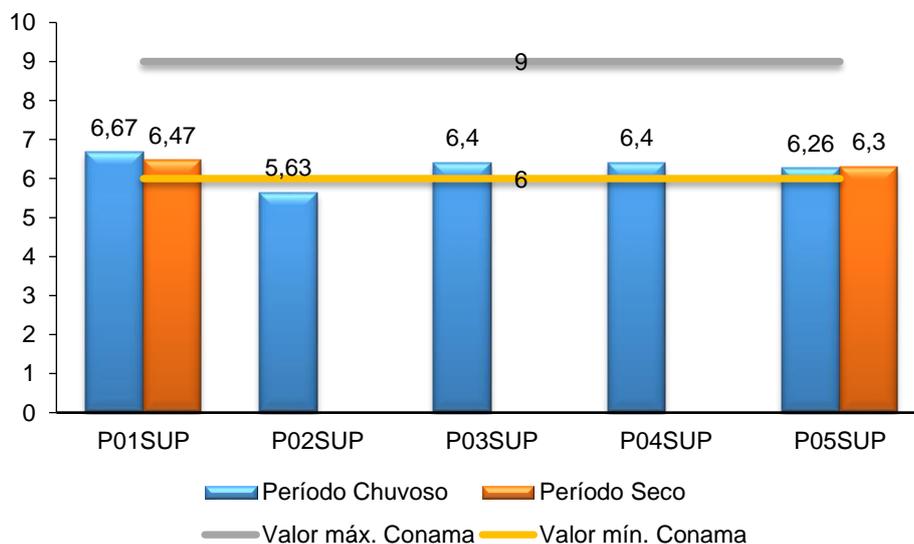
O pH representa a concentração de íons de hidrogênio (H^+), em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Sua faixa de variação é de 0 a 14. A salvo sob valores bastante baixos ou elevados (pode causar irritação na pele e nos olhos), não tem implicação em termos de saúde pública. Entretanto, para valores altos de pH, a vida aquática pode ser afetada por estar associado à proliferação de algas (VON SPERLING, 2005).

As águas doces de classe 2 apresentam padrão de qualidade para o parâmetro pH, cuja Resolução CONAMA n° 357/05 limita à faixa de 6 a 9.

De acordo com a Figura 4.1-108, que mostra os resultados desse parâmetro nos pontos amostrados de água superficial, pode-se observar que os resultados variaram entre 5,63 no ponto P02SUP a 6,67 no ponto P01SUP durante o período chuvoso. Já no período seco, os dois pontos amostrados apresentaram valores pH aproximados aos da primeira campanha, ficando dessa forma em conformidade com a resolução do Conama. Assim, apenas o ponto P02SUP na campanha do período chuvoso ficou em desacordo com o padrão estabelecido pelo Conama. O pH dessas amostras tende a neutralidade e indicam que essas águas têm menores concentrações de íon H^+ , o que pode estar ocorrendo pela presença de espécies químicas, tais como bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos (OH^-) advindos da decomposição de rochas.

Os resultados de pH observados nessas águas, representam os valores de pH normais, pois, segundo Fenzl (1986), as águas naturais, contém geralmente, CO_2 dissolvido, íons HCO_3^- e CO_2 livre, que juntos formam um sistema tampão, razão pela qual, a variação de pH é relativamente pequenas nessas águas, com pH variando entre 4 a 8.

Figura 4.1-108 - Resultados analíticos de pH nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



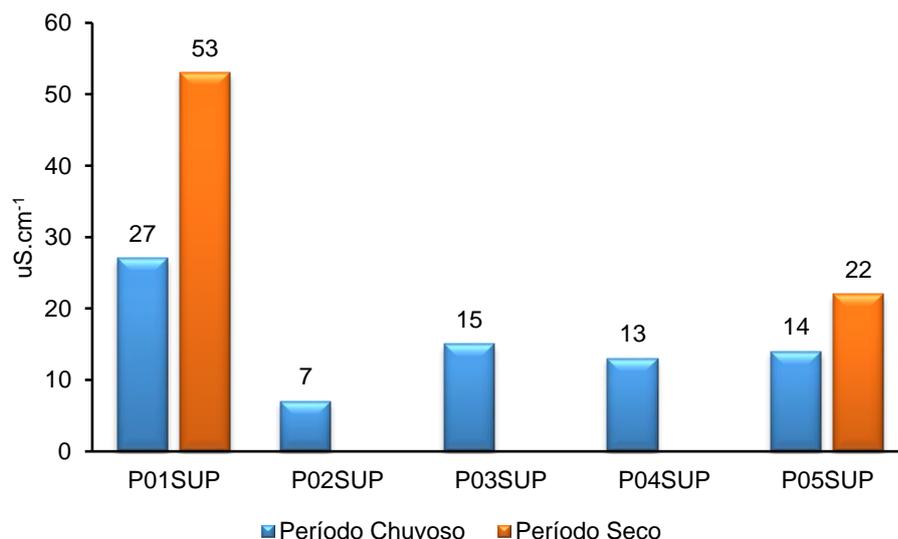
● Condutividade elétrica e salinidade

A **condutividade elétrica** - CE é dada pela capacidade de uma amostra de água em transmitir corrente elétrica. Apresenta relação proporcional à concentração de substâncias iônicas dissolvidas. É determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Em águas continentais, os principais íons responsáveis pelos valores de condutividade são entre outros, cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos.

Os resultados de condutividade elétrica são apresentados na Figura 4.1-109. Durante o período chuvoso, o maior valor de CE ocorreu no ponto P01SUP, com $27 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, no entanto, a resolução Conama 357/2005 não determina valor padrão para este parâmetro. O maior valor de CE no P01SUP pode ter sido determinado por atividades garimpeiras de exploração de ouro neste igarapé, que tem impactado visivelmente as águas dessa microbacia, conforme observado in loco e mostrados na Figura 4.1-105 (a). Contudo, os valores observados nessas águas são baixos e refletem as características das águas dos dois grandes rios em que o empreendimento está inserido, os rios Tapajós e Xingu, que são rios de águas claras e por terem tal característica, apresentam baixos valores de CE.

Durante a campanha do período seco, os valores de CE foram mais elevados nos dois pontos amostrados em relação ao período chuvoso, conforme se pode observar na Figura 4.1-109 e este aumento de condutividade pode ser atribuído a maior concentração de cátions e ânions nesses igarapés com a redução da quantidade da água nesse período.

Figura 4.1-109 - Resultados analíticos de Condutividade elétrica nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



A **salinidade** refere-se à quantidade de sais dissolvidos na água, sendo definida pelo peso total de sais inorgânicos dissolvidos em 1 Kg de água. Sua mensuração é feita pela determinação da condutividade elétrica, que tende a aumentar com a elevação da quantidade de sais dissolvidos. A salinidade pode variar ainda em função da profundidade. Águas

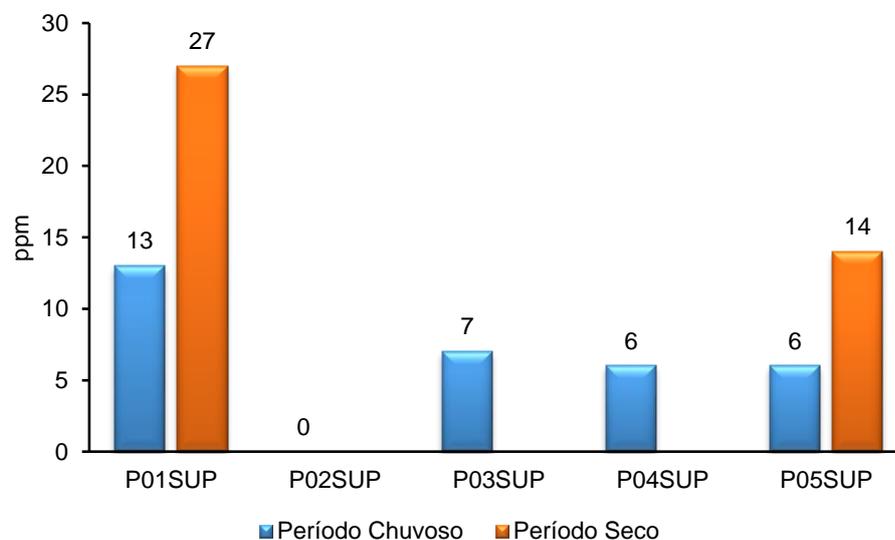
superficiais são mais salinas que águas profundas, e isto acontece principalmente por causa das interações entre a superfície oceânica e a atmosfera.

A salinidade é um importante padrão de classificação das águas brasileira, pois dependendo da quantidade de sais presentes, as águas podem ser classificadas em doces, salobras ou salinas.

O Conama 357/2005 não determina valor padrão para este parâmetro. Conforme mostra a Figura 4.1-110, da mesma forma que a CE, a salinidade foi mais elevada no ponto P01SUP (13 ppm), indicando que as atividades garimpeiras podem estar alterando a composição química com o incremento de sais inorgânicos nessas águas. O P02SUP não apresentou salinidade.

Ao comparar os resultados das duas campanhas, se observa que os valores de salinidade do período seco foram superiores ao do período chuvoso nos dois pontos amostrados, indicando assim que a redução da água nesses igarapés contribui para o aumento da concentração de íons nessas amostras.

Figura 4.1-110 - Resultados analíticos de Salinidade nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



● **Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio.**

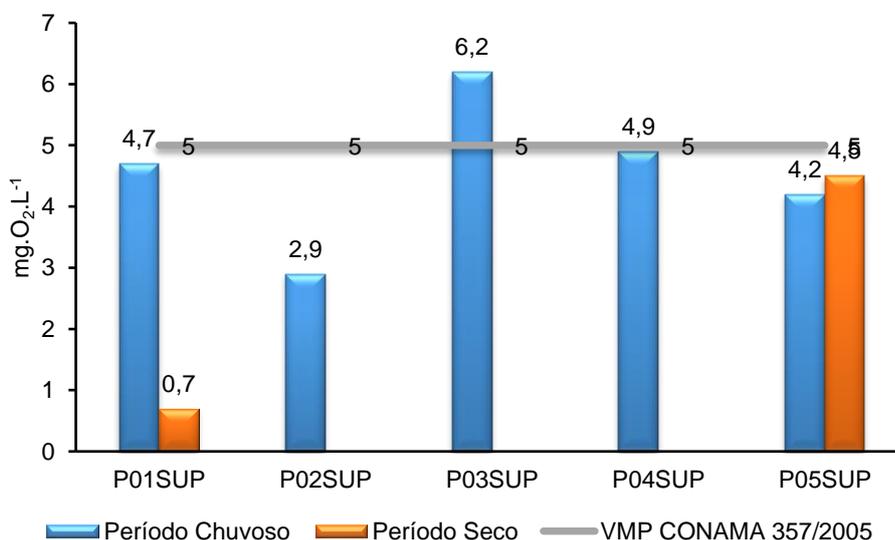
O **Oxigênio Dissolvido - OD** é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. A redução/estabilização da matéria orgânica é feita através de bactérias, que utilizam o oxigênio em seus processos respiratórios. Além da autodepuração, a concentração de OD também indica a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática.

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas, como turbulência e é proporcional à velocidade.

De acordo com a legislação ambiental é estabelecido para as águas doces Classe 2, um padrão superior a 5 mg.L^{-1} de OD. Em relação aos resultados obtidos nas amostras coletadas nos cinco pontos amostrados no Projeto Coringa durante o período chuvoso, apenas o ponto P03SUP concordou com o padrão determinado pelo Conama 357/2005. Este apresentou concentração de $6,2 \text{ mg.L}^{-1}$. Os demais apresentaram valores inferiores a 5 mg.L^{-1} , conforme Figura 4.1-111. A menor concentração no ponto P02SUP ($2,9 \text{ mg.L}^{-1}$) pode estar relacionado ao consumo de oxigênio pela decomposição do material orgânico disponível no ambiente represado, a montante do ponto de medição, conforme se observou in loco.

As amostras coletadas no período seco são apresentadas na Figura 4.1-111. O ponto P01SUP apresentou valores críticos de OD em sua água com valor de $0,7 \text{ mg}_{\text{OD}}.\text{L}^{-1}$. Isto pode ser atribuído ao represamento da água nessa drenagem associada ao consumo de OD pela decomposição de material orgânico presente no local de coleta (Figura 4.1-105 b). O ponto P05SUP apresentou aumento de concentração de OD em relação ao período chuvoso, mesmo assim, os dois pontos amostrados estão em desacordo com a resolução Conama 357/2005, que determina um valor superior a $5 \text{ mg}_{\text{O}_2}.\text{L}^{-1}$.

Figura 4.1-111 - Resultados analíticos de Oxigênio Dissolvido nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.

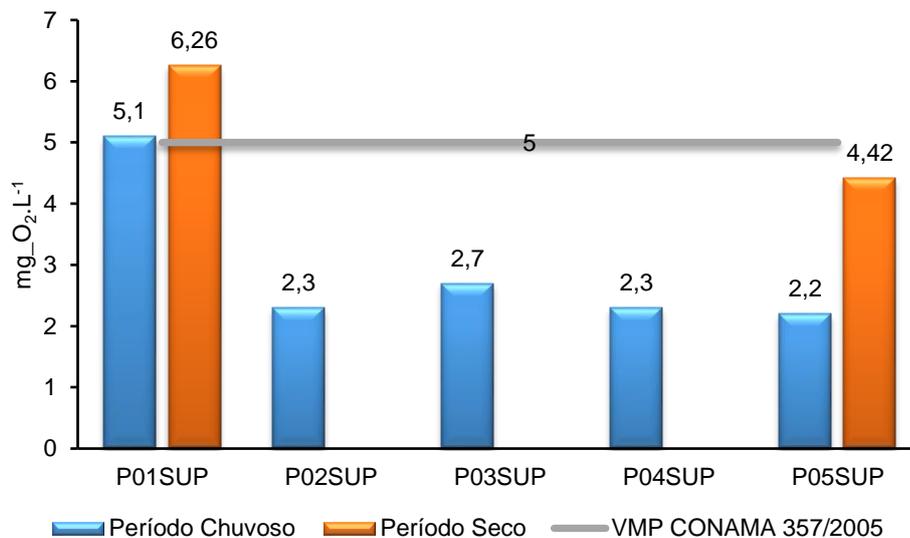


A quantidade de oxigênio dissolvido na água necessária para a decomposição da matéria orgânica é chamada de **Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO**, ou seja, a DBO é a quantidade de oxigênio que vai ser consumido pelos microrganismos decompositores aeróbios para a decomposição do material orgânico presente na água.

Dessa forma, a DBO serve como parâmetro de medição do potencial poluidor de certas substâncias biodegradáveis em relação ao consumo de OD. Conforme a Resolução 357/2005 do Conama, a BDO em águas doces classe 2 não pode ser superior a 5 mg.L^{-1} .

Assim, conforme mostra a Figura 4.1-112, apenas o ponto P01SUP está em desacordo com a determinação da resolução do Conama, pois apresentou 5,1 e 6,26 mg_{O₂}. L⁻¹ durante o período chuvosos e seco, respectivamente. Os demais pontos estão em conformidade com a referida Resolução, pois apresentaram valores abaixo de 3 mg_{O₂}. L⁻¹. No entanto, houve um aumento no consumo de OD no período seco no ponto P05SUP em relação ao período chuvoso.

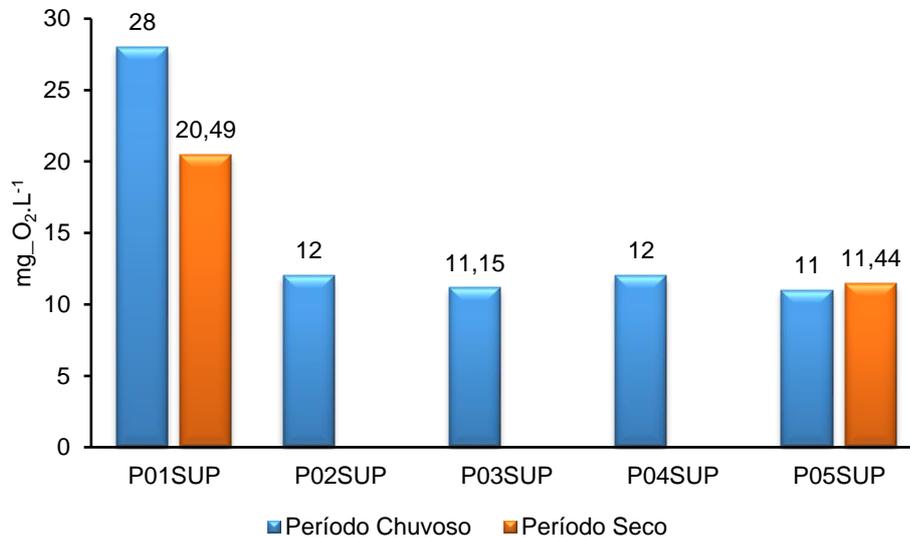
Figura 4.1-112 - Resultados analíticos de DBO nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



A **Demanda Química de Oxigênio - DQO** indica a presença de substâncias químicas orgânicas e inorgânicas que podem ser estabilizadas pela via de oxidação química, ou seja, ela indica a quantidade de oxigênio que é consumido em uma amostra para degradação da matéria orgânica e inorgânica, por via química. A DQO não possui padrão de qualidade para águas doces classe 2.

A Figura 4.1-113 apresenta os resultados de DQO para os dois períodos amostrados. De acordo com a referida figura, o ponto P01SUB divergiu bastante dos demais apresentando valor de 28 mg_{O₂}.L⁻¹ durante o período chuvoso. Tal resultado reforça mais uma vez, que a atividade de garimpagem ilegal exercida nesse igarapé tem impactado as suas águas com reflexos sobre a alteração em vários parâmetros e não apenas na DQO. Durante a campanha do período seco com a redução da atividade de garimpagem, houve redução da DQO para 20,49 mg_{O₂}.L⁻¹ no mesmo ponto. Já no ponto P05SUP não houve diferença nos períodos amostrados.

Figura 4.1-113 - Resultados analíticos da DQO nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



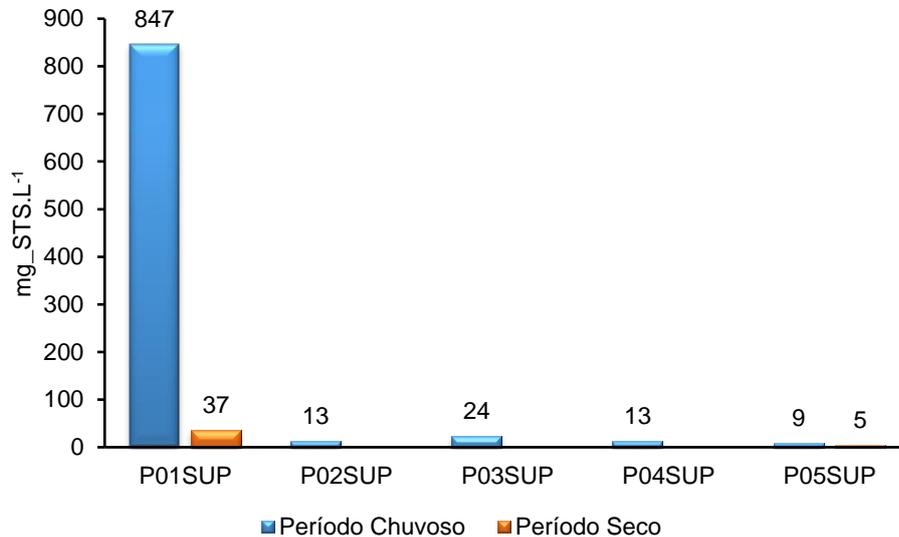
● **Sólidos Suspensos totais, Sólidos Sedimentáveis totais, Sólidos totais dissolvidos e Sólidos totais.**

Os **Sólidos Suspensos Totais - SST** compreendem os sólidos orgânicos e inorgânicos em suspensão transportados pela água com um diâmetro maior que 0,45 µm (TORDESCHINI, 2004). Segundo Esteves (1998), a fração orgânica é representada principalmente pelo fitoplâncton, zooplâncton e substâncias húmicas e a fração inorgânica é constituída principalmente de silte e argila.

É possível observar que o ponto P01SUP apresentou valor de 847 mg_{STS}.L⁻¹ no período chuvoso. Nos demais pontos, os valores variaram de 24 a 9 mg_{STS}.L⁻¹, nos pontos P03SUP e P05SUP, respectivamente. Contudo, o Conama não determina um valor padrão para este parâmetro. O P01SUP, que divergiu bastante dos demais pontos deve-se ao fato das atividades de garimpagem que lavam sedimento ricos em argila e silte em suas águas e assim provocam o aumento dos STS nessas águas.

A redução da atividade de garimpagem no período seco contribui para a redução das concentrações de STS no ponto P01SUP com valor de apenas 37 mg_{STS}.L⁻¹.

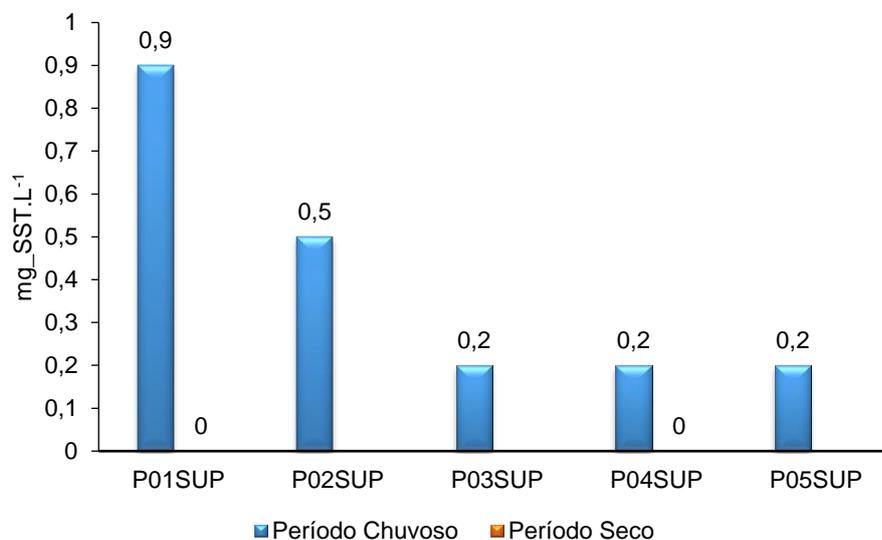
Figura 4.1-114 - Resultados analíticos de STS nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



Os **Sólidos totais Sedimentáveis - SST** representam todas as substâncias (orgânicas e inorgânicas) existentes em um litro de uma amostra que sedimentem por ação da gravidade em cone Imhoff. São frações de substâncias orgânicas e inorgânicas

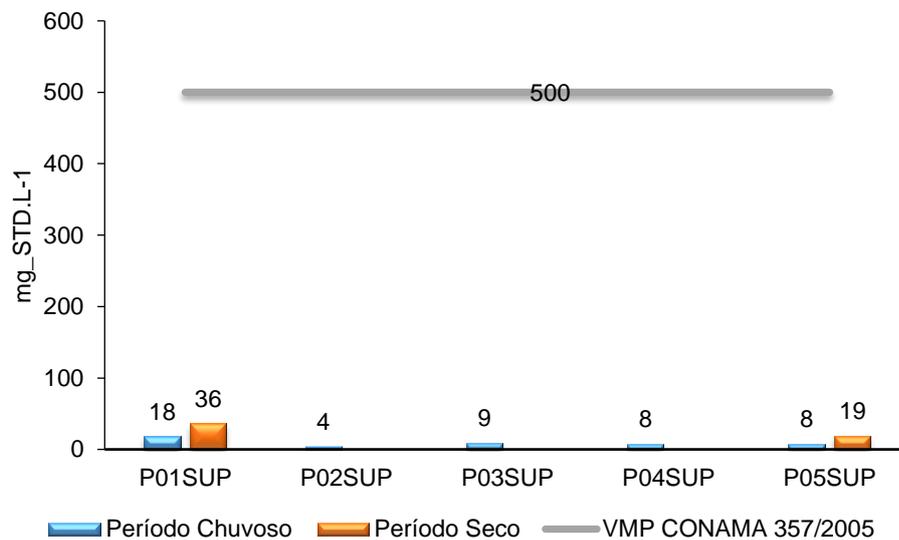
Considerando os resultados obtidos para os sólidos sedimentáveis mostrado na Figura 4.1-115 se observa mais uma vez que o maior valor de SST foi obtido no ponto P01SUP com 0,9 mg_SST.L⁻¹. No entanto, a resolução Conama não determina um valor padrão para este parâmetro. As amostragens do período seco não apresentaram valores de SST, conforme se pode observar na Tabela 4.1-16.

Figura 4.1-115 - Resultados analíticos de SST nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



Os **Sólidos Totais Dissolvidos - STD** é o parâmetro de qualidade de água utilizado para classificar amostras de águas superficiais doces classe 2, não podendo ultrapassar 500 mg_STD.L⁻¹. Durante o período chuvoso, as amostras apresentaram valores dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA 357/2005 para as águas doces classe II, de acordo com a Figura 4.1-116. Os valores variaram de 18 mg_STD.L⁻¹ no P01SUP a 4 mg_STD.L⁻¹ no ponto P02SUP (Figura 4.1-116). Nas duas amostras analisadas no período seco houve aumento na concentração de STD de 18 para 36 mg.L⁻¹ no ponto P01SUP e de 8 para 19 mg.L⁻¹ no ponto P05SUP.

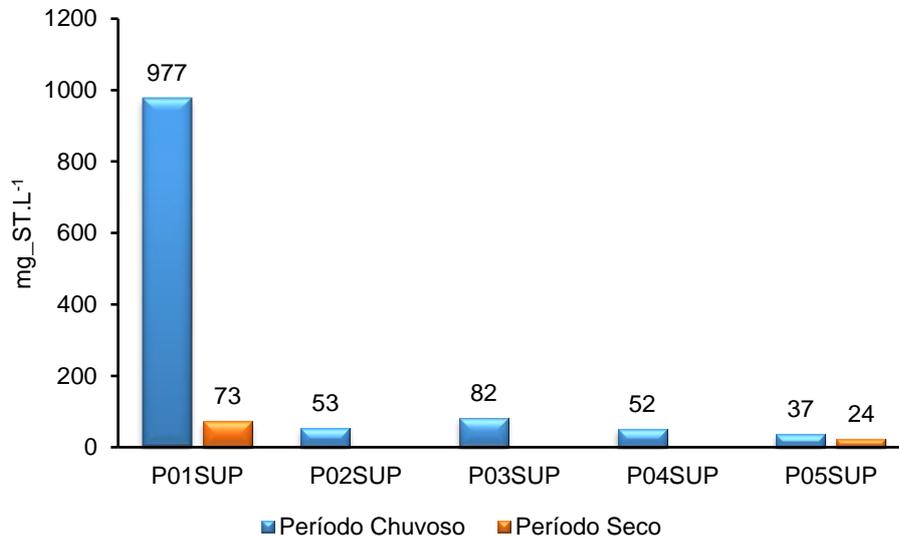
Figura 4.1-116 - Resultados analíticos de Sólidos totais dissolvidos nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



Os **Sólidos Totais - ST** são aqueles que representam os orgânicos e inorgânicos, os suspensos e dissolvidos e sedimentáveis de uma amostra, ou seja, representa todas as frações de sólidos presentes em uma amostra.

Conforme é mostrado na Figura 4.1-117, o valor mais elevado no período chuvoso foi no ponto P01SUP (977 mg_ST.L⁻¹) assim como se repetiu com todas as séries de sólidos. Para este parâmetro, o Conama não faz menção de valor padrão em sua resolução. Porém, no período seco a concentração variou de 73 mg.L⁻¹ no ponto P01SUP a 24 mg.L⁻¹ no ponto P05SUP.

Figura 4.1-117 - Resultados analíticos de ST nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



● Nitrogênio e fósforo total

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. A importância da determinação deste parâmetro é devido ao mesmo estar associado as etapas de degradação da poluição orgânica. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas, sendo o nitrito uma forma mais difícil de ser encontrado em águas, devido estar em processo de transição entre o Nitrogênio Amoniacal e o Nitrato, processo esse chamado de nitrificação.

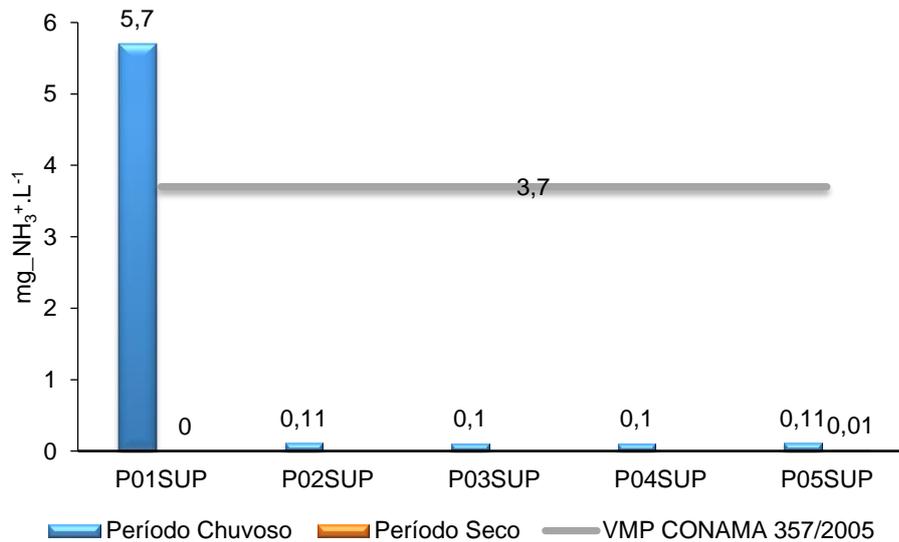
Os compostos nitrogenados como amônia e o nitrito são tóxicos ao ambiente aquático quando apresentam altas concentrações, principalmente aos peixes. Além disso, no processo de oxidação do nitrogênio (nitrificação), o oxigênio dissolvido no meio é consumido, podendo resultar em uma queda de oxigênio dissolvido no corpo d'água ou estado de anoxia.

O nitrogênio é um importante elemento nas reações biológicas. Ele pode estar ligado a componentes que produzem muita energia, como aminoácidos e aminas, e nessas formas, o nitrogênio é conhecido como nitrogênio orgânico. Um dos elementos intermediários formados durante o metabolismo biológico é o nitrogênio amoniacal. Com o nitrogênio orgânico, o amoniacal é considerado um indicador de poluição recente. A decomposição aeróbia finalmente leva à conversão de nitrogênio em nitrito e depois em nitrato. Nitrogênio com alto teor de nitrato e com baixo teor de amônia sugere que a poluição aconteceu há mais tempo (VESILIND; MORGAN, 2013).

A Resolução CONAMA 357/05 determina valor padrão para Nitrogênio Amoniacal ($3,7 \text{ mg_NH}_3^+ \cdot \text{L}^{-1}$), Nitrato ($10 \text{ mg_NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$) e Nitrito ($1 \text{ mg_NO}_2^- \cdot \text{L}^{-1}$), já para o Nitrogênio Orgânico e Nitrogênio Total, a referida resolução não faz menção.

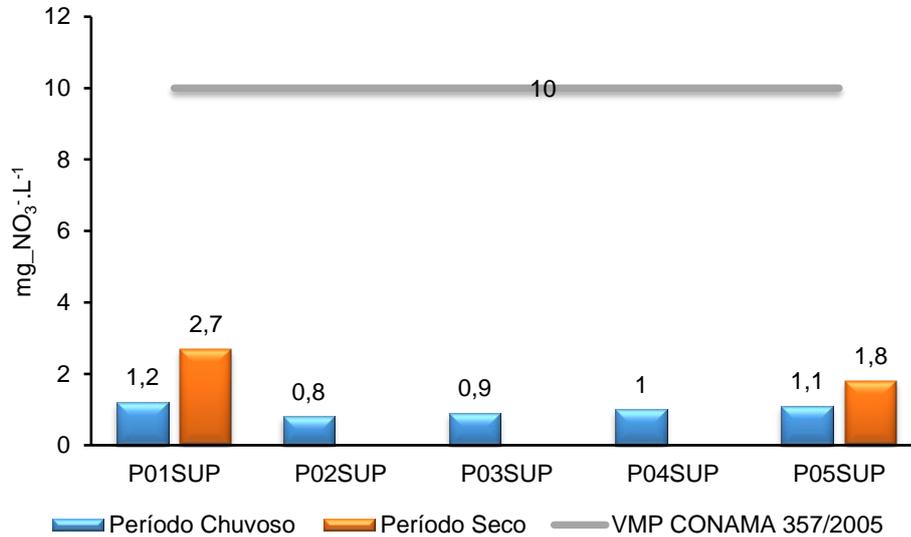
A Figura 4.1-118 mostra os resultados analíticos para o parâmetro **Nitrogênio Amoniacal – NH_3^+** . De acordo com essa figura, dos cinco pontos amostrados durante o período chuvoso, quatro ficaram dentro do padrão estabelecido pelo Conama 357/2005. Apenas o ponto P01SUP apresentou concentração de $5,7 \text{ mg_NH}_3^+ \cdot \text{L}^{-1}$, ficando, portanto, em desacordo com a resolução Conama 357/2008. Em relação ao período seco, dos dois pontos amostrados apenas o ponto P05SUP apresentou uma pequena concentração de $0,01 \text{ mg_NH}_3^+ \cdot \text{L}^{-1}$. A presença de nitrogênio amoniacal no meio ambiente significa o estado de poluição recente por matéria orgânica.

Figura 4.1-118 - Resultados analíticos de Nitrogênio Amoniacal nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



A concentração de **Nitrato – NO_3^-** é apresentada na Figura 4.1-119. Conforme se pode observar, as concentrações do período chuvoso variaram de $1,2$ a $0,8 \text{ mg_NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, nos pontos P01SUP e P02SUP, respectivamente. Já no período seco, as concentrações aumentaram nos dois pontos amostrados, variando de $1,8 \text{ mg_NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$ em P05SUP e $2,7 \text{ mg_NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$ em P01SUP. Em todos os pontos amostrados, as concentrações ficaram dentro do padrão estabelecido pelo Conama 357/2005. No entanto, é necessário observar que o ponto P01SUP foi o que apresentou a concentração mais elevada, tanto para o Nitrato como para o nitrogênio amoniacal.

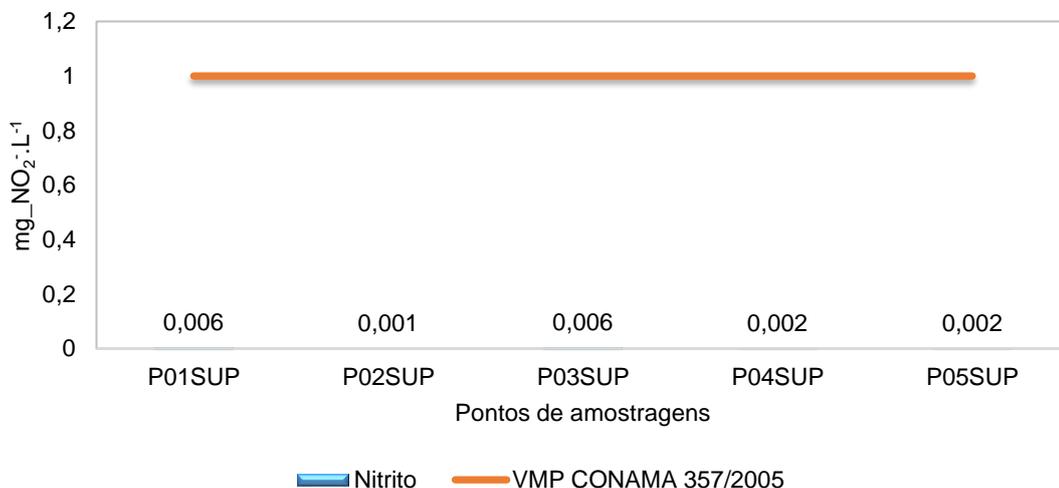
Figura 4.1-119 - Resultados analíticos de Nitrato nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em pequenas quantidades nas águas superficiais e subterrâneas, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. A sua presença na água indica a presença de processos biológicos influenciada por matéria orgânica.

A Figura 4.1-120 apresenta os resultados analíticos de Nitrito nas águas dos cinco igarapés amostrados no Projeto Coringa. Os níveis de Nitrito das amostras analisadas ficaram bem abaixo da determinação do Conama 2357/2005 (1 mg.L⁻¹), apresentando conformidade para este parâmetro. Vale ressaltar que nas amostras coletadas no período seco não foram detectadas concentrações dessa espécie de nitrogênio, conforme mostra a Tabela 4.1-16.

Figura 4.1-120 - Resultados analíticos de Nitrito nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



As Figura 4.1-121 a Figura 4.1-123 representam as concentrações das frações de **nitrogênio orgânico, nitrogênio Kjeldhal e nitrogênio total**. Essas frações de nitrogênio não têm valores limites padrão na Resolução Conama 357/2005.

As concentrações de nitrogênio orgânico variaram de 0,23 mg.L⁻¹ no ponto P01SUP até 0 mg.L⁻¹ no ponto P05SUP no período chuvoso. No período seco a fração orgânica de nitrogênio não foi detectada nas duas amostras analisadas. O Nitrogênio Kjeldhal, que representa as frações de nitrogênio amoniacal e orgânico, apresentou maior concentração no ponto P01SUP, com 6,93 mg.L⁻¹. Este foi também o ponto que teve a maior concentração de nitrogênio na forma amoniacal. Já o nitrogênio total, que somam todas as formas de nitrogênio presente em uma amostra (amoniacal, orgânico, nitrito, nitrato, dentre outras) apresentou concentração que variou de 8 mg.L⁻¹ no ponto P01SUP a 1,5 mg.L⁻¹ no ponto P03SUP durante a campanha do período de chuva. Já no período de estiagem apresentou concentração de 3,8 e 3,1 nos pontos P01SUP e P05SUP, respectivamente.

Figura 4.1-121 - Resultados analíticos de Nitrogênio orgânico nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.

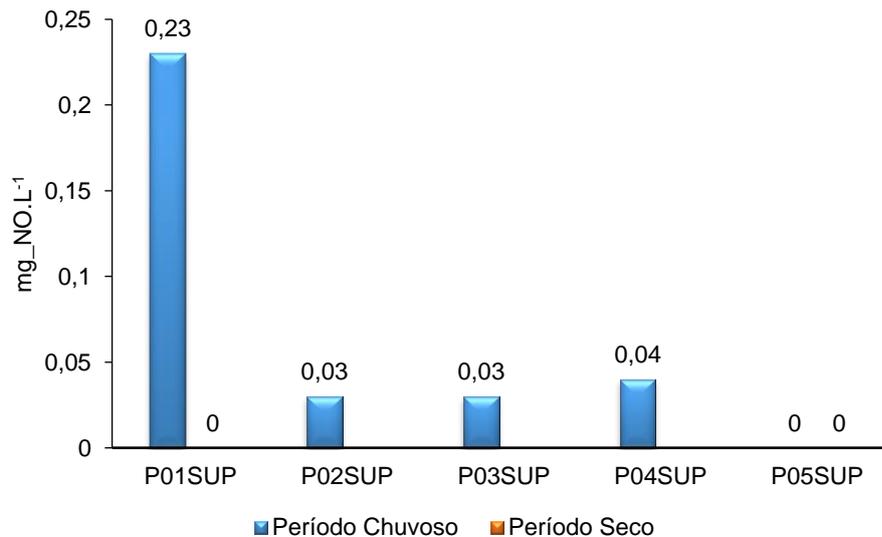


Figura 4.1-122 - Resultados analíticos de Nitrogênio Kjeldhal nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.

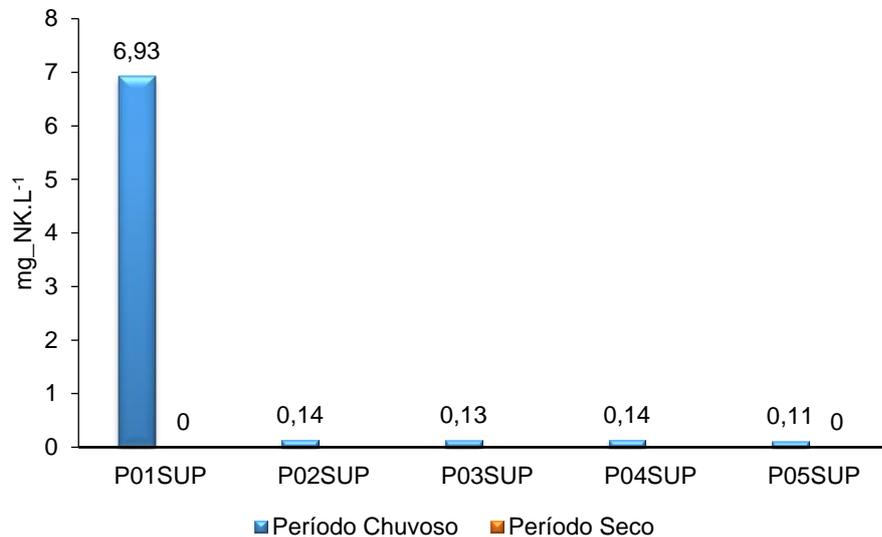
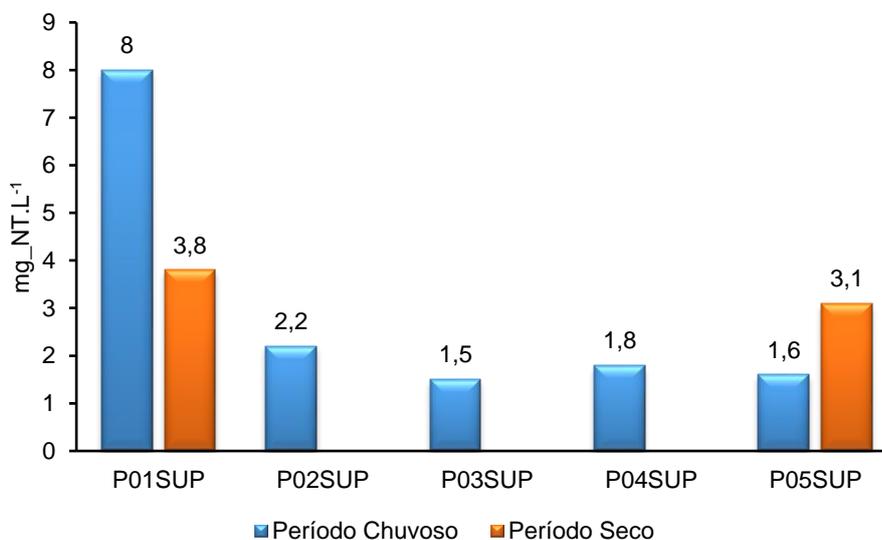


Figura 4.1-123 - Resultados analíticos de Nitrogênio total nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



O **Fósforo - P** é um dos principais elementos que compõe o metabolismo celular. É um importante nutriente para o crescimento e reprodução dos microorganismos que promovem a estabilização da matéria orgânica presente nas águas.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. Por fim os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle

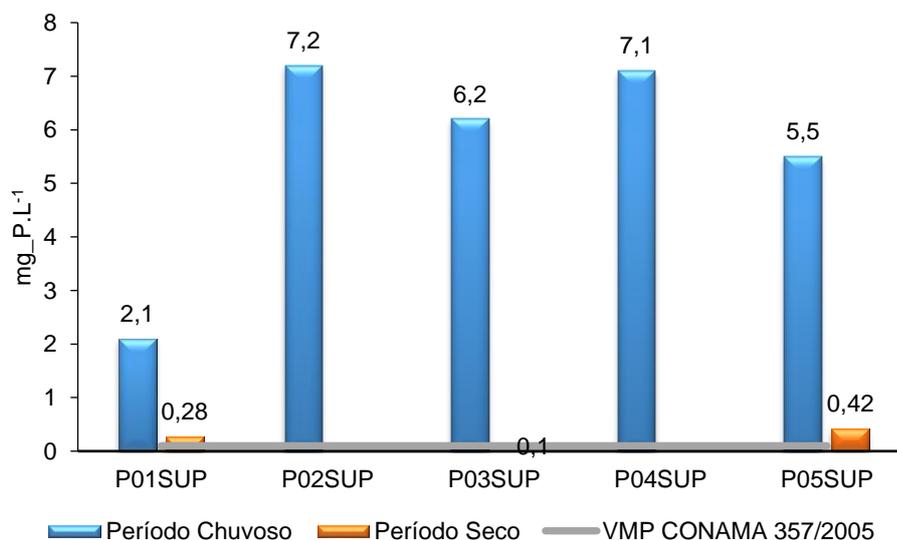
de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2009).

Em águas naturais, o fosfato é formado principalmente durante os processos biológicos de transformação de substâncias orgânicas em fosfato inorgânico ou pela lixiviação de solos e minerais. Maiores concentrações decorrem do lançamento de esgotos domésticos, águas residuárias industriais e efluentes diversos que contenham detergentes (NASCIMENTO, 1998).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células (CETESB, 2009).

Conforme se pode observar na Figura 4.1-124, as concentrações de fósforo total variaram de 2,1 a 7,2 mg_P.L⁻¹ nos pontos P01SUP e P02SUP, respectivamente, no período chuvoso. No período seco, nas duas amostras coletadas tiveram concentrações de 0,28 e 0,42 mg_P.L⁻¹ nos pontos P01SUP e P05SUP, respectivamente. A Resolução do Conama 357/2005 determina um padrão de 0,1 mg.L⁻¹ de Fósforo total em águas doces classes 2 em ambientes lóticos. De acordo com o gráfico, todos os pontos estão com concentração acima daquele determinado pelo Conama. A principal fonte de fósforo parece advir de fontes naturais, pois os igarapés banham rochas, que podem lixiviar os minerais ricos em fósforo presentes nessas rochas.

Figura 4.1-124 - Resultados analíticos de Fósforo Total nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



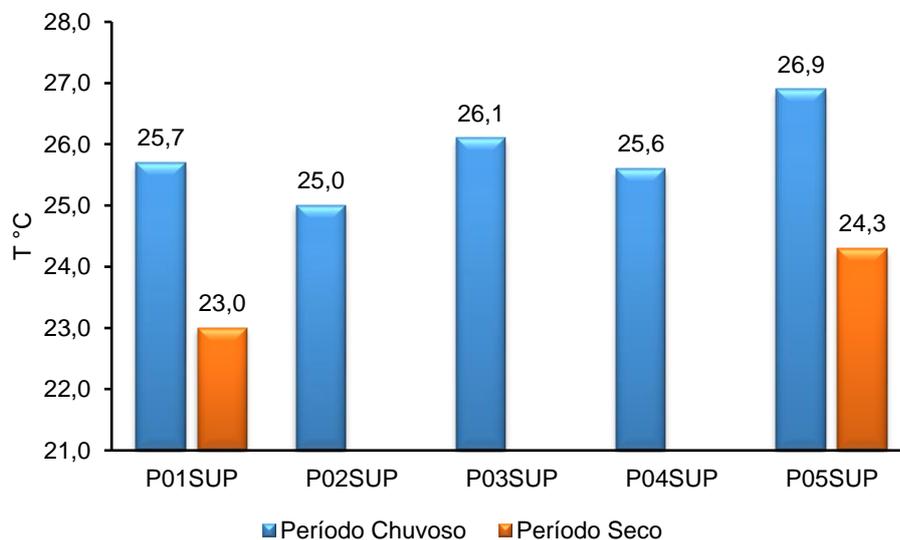
● Temperatura e turbidez

A temperatura é uma condição ambiental muito importante em diversos estudos relacionados ao monitoramento da qualidade de águas. Sob o aspecto referente à biota aquática, a maior parte dos organismos possui faixas de temperatura "ótimas" para a sua reprodução. Por um

lado, o aumento da temperatura provoca o aumento da velocidade das reações, em particular, as de natureza bioquímica de decomposição de compostos orgânicos. Por outro lado, diminui a solubilidade de gases dissolvidos na água, em particular o oxigênio, base para a decomposição aeróbia. Estes dois fatores se superpõem, fazendo com que nos meses quentes de verão os níveis de oxigênio dissolvido nas águas poluídas sejam mínimos, frequentemente provocando mortandade de peixes e, em casos extremos, exalação de maus odores devido ao esgotamento total do oxigênio e conseqüente decomposição anaeróbia dos compostos orgânicos sulfatados, produzindo o gás sulfídrico, H₂S. Desta forma, a definição da temperatura de trabalho nos estudos de autodepuração natural faz-se necessária para a correção das taxas de desoxigenação e de reaeração, normalmente obtidas para a temperatura de referência de 20°C.

A temperatura mais elevada foi observada no Ponto P05SUP com 26,9°C (Figura 4.1-125) durante o período chuvoso. Dentre os pontos amostrados, este ponto é o que se apresenta com mais exposição aos raios solares e este fato pode ser determinante para a elevação da temperatura dessa amostra. Assim como na primeira campanha do período chuvoso, no período seco, a maior temperatura medida se repetiu no mesmo ponto. Apesar disso, a resolução 357/2005, que determina padrão de qualidade de águas doces Classe 2 não tem padrão determinado para este parâmetro.

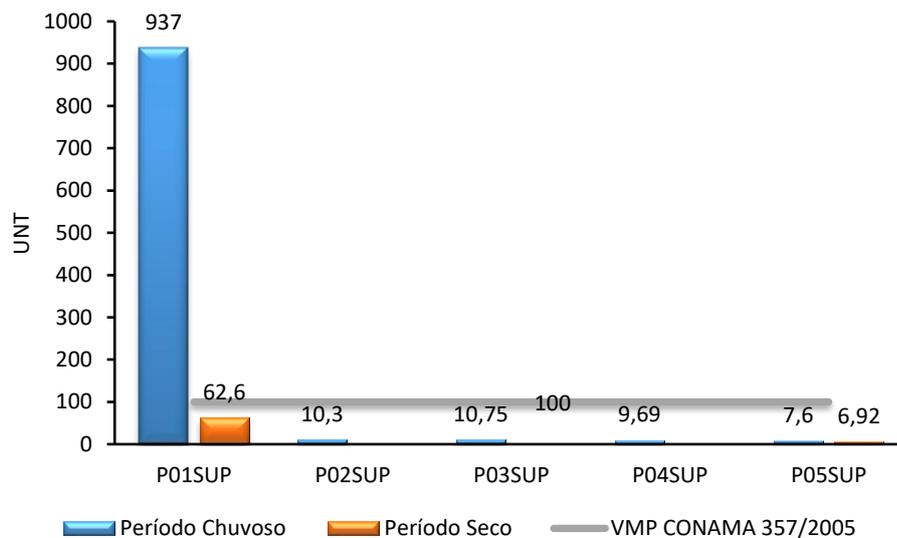
Figura 4.1-125 - Resultados analíticos de Temperatura nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



Segundo Von Sperling (2005), a **Turbidez**, que representa o grau de interferência à passagem de luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma, está relacionada à presença de sólidos em suspensão. De origem natural, a turbidez é um parâmetro indicador da possível presença de partículas de rocha, argila, silte, substâncias orgânicas (Ex: húmus) ou inorgânicas (Ex: óxidos) finamente divididas, plâncton e algas. De origem antropogênica, pode estar associado aos despejos industriais, domésticos, microorganismos e erosão.

A Figura 4.1-126 mostra os resultados de Turbidez obtidos nas amostras de água superficial do Projeto Coringa para os dois períodos amostrados. Conforme se pode observar, apenas o ponto P01SUP apresentou valores muito acima do padrão determinado pelo Conama durante o período chuvoso e foi reduzida para 62,6 UNT na campanha do período seco. A resolução determina valor de até 100 UNT nas águas doces classe 2. O valor de turbidez respondeu ao mesmo padrão de sólidos e de cor, que estão correlacionados. A alta turbidez nessa amostra na primeira campanha está relacionada a atividade de garimpagem que estava ocorrendo nesse igarapé que provocaram alteração na cor e na presença de sólidos, o que consequentemente alteraram a turbidez natural dessa água. A atividade de garimpagem provoca o lançamento e o sedimento de rios em argila e silte e partículas em suspensão nessa água é determinante contribuindo para o aumento de turbidez, deixando a água com uma coloração branca, conforme observado in loco (Figura 4.1-105). Com a redução da atividade de garimpagem, houve uma brusca redução desse parâmetro no período seco.

Figura 4.1-126 - Resultados analíticos de Turbidez nas amostras de águas superficiais do Projeto Coringa.



● Óleos e graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2009).

Óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consistem no conjunto de substâncias que consegue ser extraído da amostra por determinado solvente e que não se volatiliza durante a evaporação do solvente a 100°C (CETESB, 2009).

Essas substâncias, solúveis em n-hexano, compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Este parâmetro costuma ser identificado também por MSH – material solúvel em hexano.

O Conama 357/2005 determina que as águas doces classes 2 devem estar virtualmente ausentes de óleos e graxas. De acordo com a Tabela 4.1-16, as amostras não apresentaram essas substâncias nas campanhas realizadas, estando, portanto, em conformidade com a legislação ambiental.

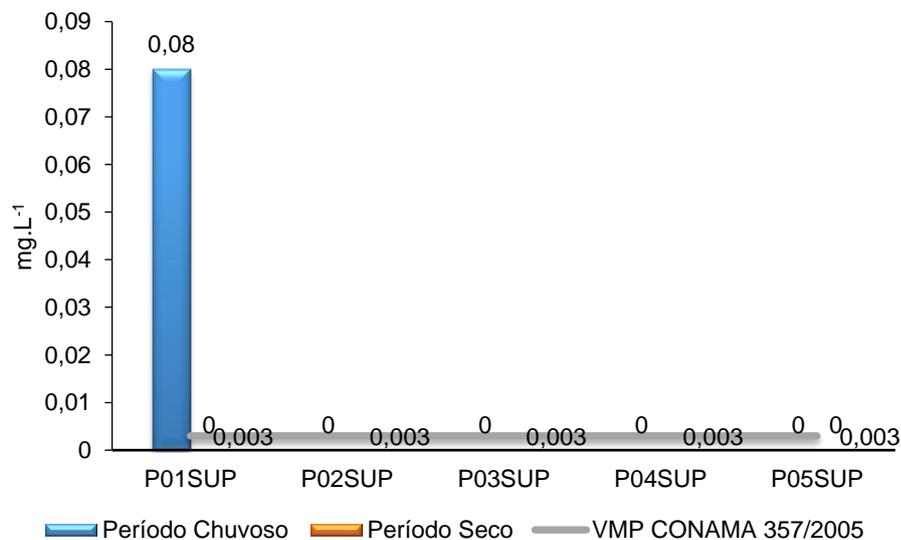
● Fenóis totais

Segundo a Cetesb (2009), os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Indústrias de processamento da borracha, colas e adesivos, resinas impregnantes, componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais.

Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e aos microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

As águas doces classe 2, de acordo com a Resolução 357/2005 limitam a $0,003 \text{ mg.L}^{-1}$. Dentre as amostras do Projeto Coringa, apenas o ponto P01SUP apresentou concentração de $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso (Figura 4.1-127), ficando em desacordo com a legislação vigente. Nos demais pontos, a presença de fenóis não foi detectada (Tabela 4.1-16) estando, portanto, de acordo com a legislação vigente. A presença de algum maquinário, que se utilize óleo ou graxa, no processo artesanal de garimpagem praticada no igarapé pode ser determinante para a causa da presença dessas substâncias nessa amostra.

Figura 4.1-127 - Resultados analíticos de fenóis nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.

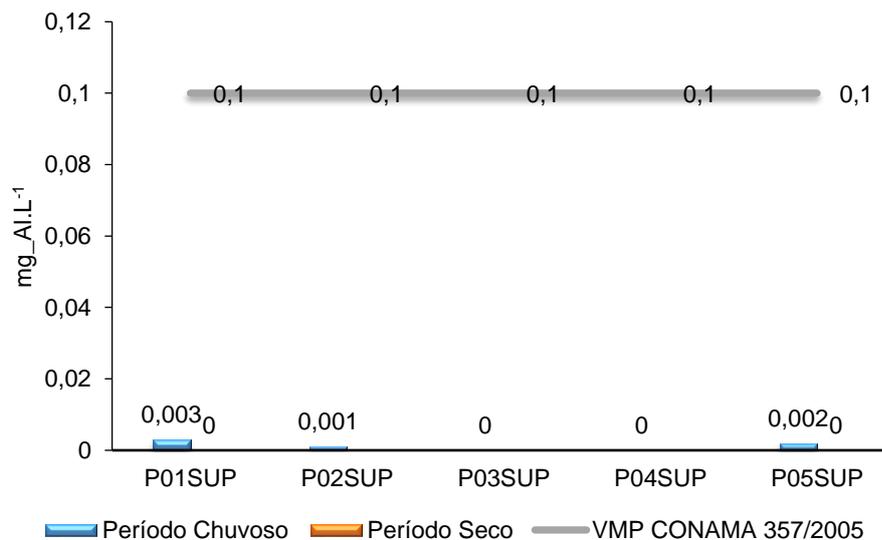


● Alumínio, Ferro e Cobre dissolvido

Na água, o metal alumínio pode ocorrer em diferentes formas e é influenciado pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. A solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0. As concentrações de alumínio dissolvido em águas com pH neutro variam de 0,001 a 0,05 mg.L⁻¹, mas aumentam para 0,5-1mg/L em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica (CETESB, 2009).

Conforme se pode observar na Figura 4.1-128, a presença de alumínio dissolvido foi detectada em três pontos durante o período chuvoso e não foram detectadas no período seco. No entanto, todos ficaram dentro do padrão determinado pelo Conama (que é 0,1 mg_{Al}.L⁻¹). Os três pontos apresentaram concentração em conformidade com o padrão 357/2008 do Conama.

Figura 4.1-128 - Resultados analíticos de Alumínio dissolvido nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.

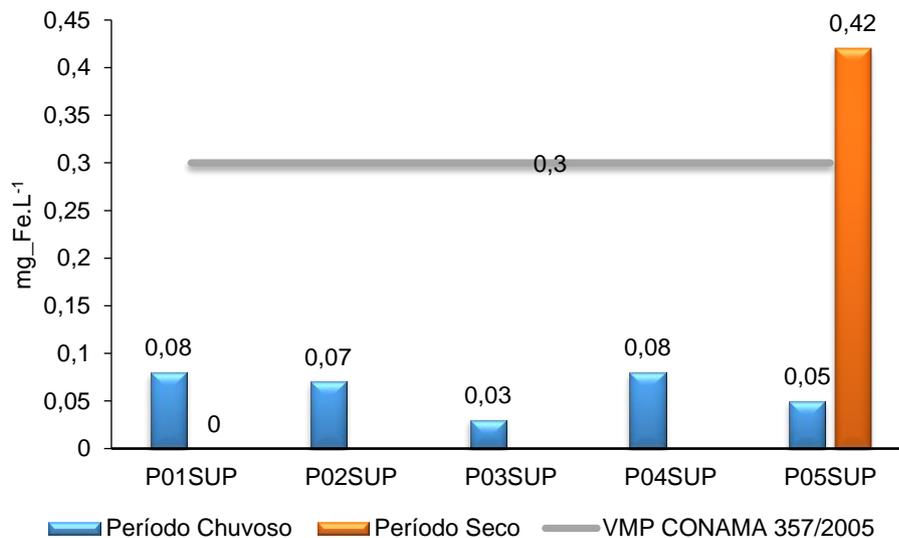


O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Segundo Piveli ([s.d]), O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos de erosão das margens. Também poderá ser importante a contribuição devida a efluentes industriais, pois muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é procedida através da passagem da peça em banho ácido. Nas águas tratadas para abastecimento público, o emprego de coagulantes à base de ferro provoca elevação em seu teor.

Basicamente, o ferro pode se apresentar nas águas nos estados de oxidação Fe⁺² e Fe⁺³, sendo que a primeira forma é mais solúvel que a segunda.

Os resultados analíticos de ferro dissolvido nas amostras de água superficial do Projeto Coringa estão apresentados na Figura 4.1-129. Conforme se pode observar, todas as amostras analisadas do período chuvoso estão em conformidade com a Resolução do Conama 357/2005, que determina um limite de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ para as águas doces classe 2. No entanto, a amostra do ponto P05SUP do período seco apresentou concentração de $0,42 \text{ mg.L}^{-1}$, estando, portanto, em desacordo com o padrão legislado pelo Conama.

Figura 4.1-129 - Resultados analíticos de Ferro dissolvido nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



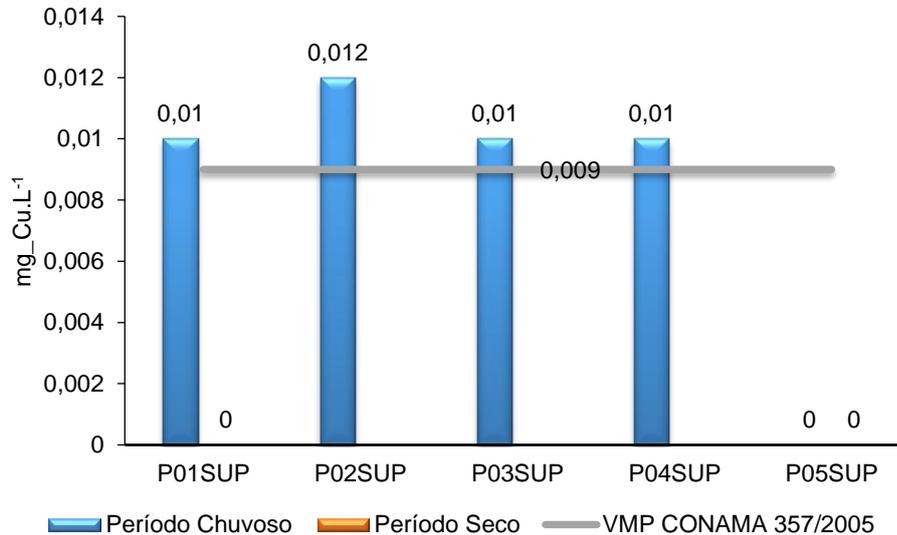
O cobre ocorre geralmente nas águas, naturalmente, em concentrações inferiores a $20 \mu\text{g.L}^{-1}$. Quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas. Segundo pesquisas efetuadas, é necessária uma concentração de 20 mg.L^{-1} de cobre ou um teor total de 100 mg.L^{-1} por dia na água para produzirem intoxicações humanas com lesões no fígado. No entanto, concentrações de 5 mg.L^{-1} tornam a água absolutamente impalatável, devido ao gosto produzido.

O cobre em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue, facilitando a cura de anemias. Para os peixes, muito mais que para o homem, as doses elevadas de cobre são extremamente nocivas. Assim, trutas, carpas, bagres, peixes vermelhos de aquários ornamentais e outros, morrem em dosagens de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$. Os peixes morrem pela coagulação do muco das 11 brânquias e consequente asfixia (ação oligodinâmica). Os microrganismos perecem em concentrações superiores a $1,0 \text{ mg/L}$. O cobre aplicado em sua forma de sulfato de cobre, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, em dosagens de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ é um poderoso algicida. O Water Quality Criteria indica a concentração de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de cobre como máxima permissível para águas reservadas para o abastecimento público.

Segundo a Resolução Conama 357/2005, o limite de concentração de cobre dissolvido nas águas doces classe 2 deve ser de $0,009 \text{ mg.L}^{-1}$. No entanto, dos cinco pontos amostrados no Projeto Coringa a presença de cobre foi detectado nos pontos P01SUB, P02SUP, P03SUP e

P04SUP, com concentração de 0,01 e 0,012 mg₂Cu.L⁻¹, conforme Figura 4.1-130 somente no período chuvoso. Esses três pontos estão em desacordo com a legislação vigente.

Figura 4.1-130 - Resultados analíticos de Cobre dissolvido nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



● **Cádmio, Cobalto e Mercúrio total**

O **Cádmio - Cd** se apresenta nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, principalmente as galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos, bem como por poluição difusa causada por fertilizantes e poluição do ar local (CETESB, 2009). É também usado como inseticida. Apresenta efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 gramas pode levar à morte e efeito crônico, pois concentra-se nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireóide. O cádmio não apresenta nenhuma qualidade, pelo menos conhecida até o presente, que o torne benéfico ou essencial para os seres vivos. Estudos feitos com animais demonstram a possibilidade de causar anemia, retardamento de crescimento e morte. O padrão de qualidade é fixado pela Resolução 357/2005 do CONAMA em 0,001 mg₂L⁻¹. O cádmio ocorre na forma inorgânica, pois seus compostos orgânicos são instáveis; além dos malefícios já mencionados, é um irritante gastrointestinal, causando intoxicação aguda ou crônica sob a forma de sais solúveis. A literatura, no entanto, registra o caso de quatro pessoas que, por longo tempo, ingeriram água com teor de 0,047 mg/L de cádmio, nada apresentando de sintomas adversos.

Ainda assim, a Resolução Conama 357/2005 determina que as águas doces classes 2 apresentem como padrão de qualidade a concentração de 0,001 mg₂Cd.L⁻¹. No entanto, as amostras coletadas no Projeto Coringa não detectaram a presença desse constituinte químico, conforme Tabela 4.1-16, estando assim em conformidade com a legislação vigente.

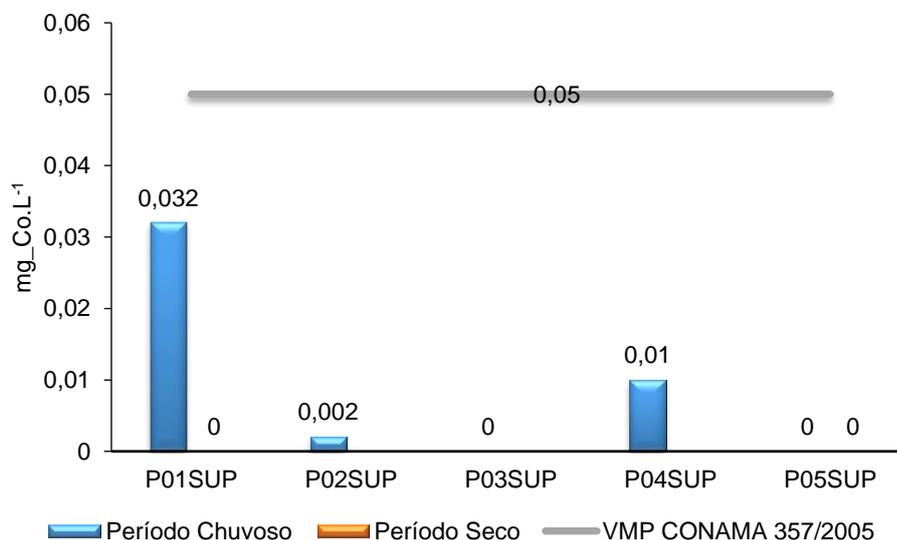
Segundo a Cetesb (2012), o **Cobalto - Co** é um elemento metálico relativamente raro, mas que ocorre na natureza associado a outros minérios, como prata, chumbo e cobre. A principal utilização é na produção de ligas metálicas. Vários sais de cobalto, como acetato de cobalto

II ou III, naftenato e octanato, são usados como pigmentos na indústria de vidro e de cerâmica e como agente secante de tintas e vernizes. Os óxidos são utilizados como catalisadores nas indústrias química e de óleos. Também é empregado no tratamento de alguns tipos de câncer.

O cobalto é encontrado naturalmente em rochas, solos, águas, plantas e animais em quantidades-traço. As fontes naturais de emissão do composto para a atmosfera são vulcões e incêndios florestais. As fontes antropogênicas incluem queima de combustíveis fósseis, uso de biossólidos e fertilizantes fosfatados, mineração e fundição de minérios contendo cobalto e processos industriais que utilizam compostos de cobalto. O cobalto liberado para a atmosfera é depositado no solo e água superficial por deposição seca e úmida. No solo, o metal geralmente apresenta baixa mobilidade e forte adsorção, porém a adsorção aumenta em solos ácidos. A precipitação mineral e a adsorção são dois processos que limitam as concentrações do metal na água.

A Figura 4.1-131 apresenta as concentrações de cobalto total nas amostras de água superficial avaliadas no Projeto Coringa. Conforme se observar, em três pontos foram encontrados teores de Cobalto que variaram 0,032 a 0,002 mg_{Co}.L⁻¹ no período chuvoso, mas não foram detectadas na campanha do período seco, conforme Tabela 4.1-16. Ainda assim, esses resultados estão em conformidade com a determinação do Conama 357/2005 que limita a 0,05 mg.L⁻¹ nas águas doces classe 2 para este composto químico.

Figura 4.1-131 - Resultados analíticos para o Cobalto total nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



O **Mercúrio - Hg** é um metal pesado de aspecto argênteo e inodoro, que normalmente é encontrado em dois estados de oxidação. Na sua forma elementar é um líquido denso, prateado nas condições normais de temperatura e pressão.

O Mercúrio raramente é encontrado como elemento livre na natureza. Encontra-se amplamente distribuído, porém em baixas concentrações por toda a crosta terrestre. Na

forma de mercúrio elementar (Hg^0), se encontra na 16ª posição em relação a sua abundância na natureza e suas reservas são avaliadas em cerca de 30 bilhões de toneladas (NASCIMENTO; CHASIN, 2001).

As fontes mais importantes provêm do minério de cinábrio (HgS) encontrado em rochas próximas de atividades vulcânicas, em veios ou fraturas minerais e em áreas próximas as fontes de águas termais.

As fontes naturais mais significativas de mercúrio são gaseificação da crosta terrestre, as emissões vulcânicas e evaporação de corpos aquáticos (WHO, 1991). O Hg é encontrado em vários tipos de rochas, tais como

As contribuições antrópicas, as indústrias de cloro-álcali e de equipamentos elétricos e as pinturas a base de mercuriais são apontados como contribuintes com cerca de 55% da produção total de Hg (WHO, 1989).

A concentração de Mercúrio é limitada a $0,0002 \text{ mg.L}^{-1}$ em águas doces classe 2 de acordo com Resolução 357/2005. As amostras avaliadas não detectaram a presença de mercúrio em suas águas (Tabela 4.1-16), estando, portanto, em conformidade com esta resolução.

● **Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Cianeto e Chumbo**

O **Cromo - Cr** é um metal cinza aço com forma cristalina cúbica, sem odor e muito resistente a corrosão. É o sétimo metal mais abundante da terra e não é encontrado livre na natureza (SILVA; PEDROZO, 2001).

O minério cromita - $Fe (CrO_2)_2$ é o mais abundante composto de cromo encontrado na natureza, contendo de 40 a 50% de cromo em sua composição (HSDB, 2000). O cromo é encontrado na natureza em rochas, animais, plantas, poeira e névoas vulcânicas (ATSDR, 2000; WHO, 1988). A concentração de cromo em rochas varia de 2 a 90 ppm em rochas graníticas, 1.000 a 3.400 ppm em rochas ultramáficas, de 30 a 590 ppm em xistos e argilas (HSDB, 2000).

No ar atmosférico, as concentrações de cromo encontradas são menores que $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em águas não contaminadas os valores estão na faixa de fração de $0,1 \mu\text{g}$ a poucas $\mu\text{g}/\text{L}$. Na água do mar, as concentrações estão na faixa de 1 a $10 \mu\text{g}/\text{kg}$. No solo, a maioria provém cromo na faixa de 2 a $60 \text{ mg}/\text{kg}$. Quase todo o cromo hexavalente encontrado no solo provém de atividades humanas (WHO, 1988).

Dentre as fontes de contaminação natural por cromo estão os incêndios florestais e as erupções vulcânicas. As principais atividades humanas em que o cromo é liberado para a natureza são: emissões decorrentes de fabricação de cimentos, construção civil devido os resíduos provenientes do cimento, soldagem de liga metálica, fundições manufatura do aço e ligas, indústria de galvanoplastia, lâmpadas, minas, resíduos sólidos urbanos e industriais, incineração de resíduos, curtumes, preservativos de madeira e fertilizantes. Em todos esses processos, o cromo aparece na forma trivalente, hexavalente e elementar.

Na água superficial, o cromo pode estar presente como material particulado ou depositado no sedimento de fundo. Os compostos solúveis em águas superficiais estão em sua maioria na forma de cromo hexavalente e apenas uma pequena parte está sob a forma de cromo trivalente. As principais fontes de contaminação antropogênica na água é das indústrias de galvanoplastia, indústria de tingimento de couro e a manufatura de tecidos.

Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno (CETESB, 2009).

Para as águas superficiais, o Conama determina uma concentração limite de 0,05 mg.L⁻¹ apenas para o Cromo total (cromo III + Cromo VI).

Em se tratando das formas hexavalente e trivalente, as Figura 4.1-132 e Figura 4.1-133 mostram as concentrações dessas duas formas de cromo. Conforme se observa na Figura 4.1-132, as concentrações de cromo Hexavalente variaram de 0 mg.L⁻¹ no ponto P01SUP a 0,067 mg.L⁻¹ no ponto P03SUP no período chuvoso. No período seco, as concentrações foram de 0,01 mg_CrVI.L⁻¹ nos dois pontos amostrados. Em se tratado do cromo trivalente (Figura 4.1-133), a maior concentração ocorreu no ponto P01SUP com 0,09 mg.L⁻¹ durante o período chuvoso e na campanha do período seco, as concentrações foram de 0,01 mg_CrIII.L⁻¹.

Figura 4.1-132 - Resultados analíticos para o Cromo hexavalente nas amostras de água superficial

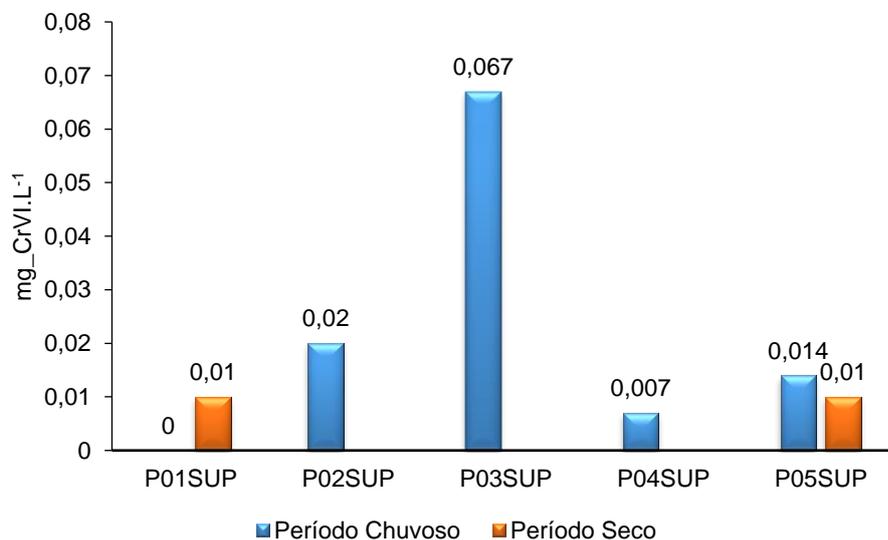
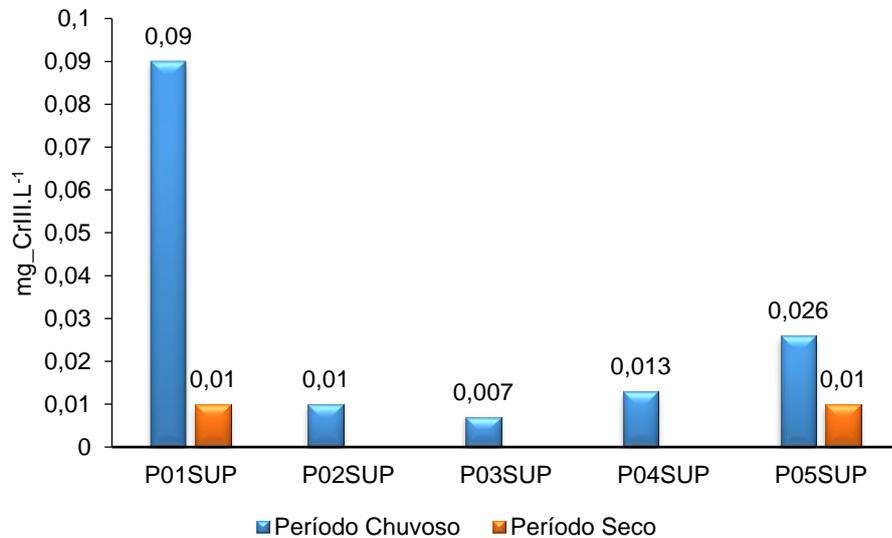


Figura 4.1-133 - Resultados analíticos para o Cromo trivalente nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



Considerando que o Conama determina o limite de 0,05 mg.L⁻¹ para o cromo total (cromo III + Cromo VI), os dois pontos que estão em desacordo com a determinação legal são os pontos P01SUP e P03SUP, que somadas as duas formas, apresentam concentração de 0,09 e 0,074 mg.L⁻¹, respectivamente.

O **Chumbo - Pb** é um metal cinza azulado, inodoro, maleável e sensível ao ar (PAOLIELLO; CHASIN, 2001). O chumbo está presente no ar, no tabaco, nas bebidas e nos alimentos. O chumbo tem ampla aplicação industrial, como na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, vidros, ligas metálicas etc. A presença do metal na água ocorre por deposição atmosférica ou lixiviação do solo (CETESB, 2009; PAOLIELLO; CHASIN, 2001).

Segundo Paoliello e Chasin (2001), a solubilidade de chumbo na água depende do pH, e da concentração de cálcio, pois em águas duras, com excesso de cálcio, com pH inferior a 5,4, a solubilidade é na ordem de 30µg.L⁻¹. Já em águas com menores concentrações de cálcio, a solubilidade pode chegar a 500 µg.L⁻¹.

A grande fração de chumbo carregado para os rios tem sido encontrados na forma indissolúvel, que consiste em partículas coloidais ou partículas grandes insolúveis de carbonato de chumbo, óxido de chumbo, hidróxido de chumbo, ou outros compostos de chumbo incorporados em outros componentes de matérias particuladas lixiviados do solo.

O chumbo encontrado em águas superficiais pode estar complexado tanto com compostos orgânicos naturais (ácidos húmicos ou fúlvicos) como compostos de origem antropogênico.

Segundo a Resolução 357/2005, que padroniza a qualidade de águas doces classe 2, limita a concentração de chumbo a 0,01 mg.L⁻¹. As cinco amostras avaliadas do Projeto Coringa não detectaram a presença de chumbo (Tabela 4.1-16), estando assim, em conformidade da legislação do Conama

Segundo a Cetesb (2014), os **Cianetos - CN** são uma família de compostos que contêm o ânion cianeto altamente reativo. Os compostos de cianeto comumente encontrados no

ambiente são o cianeto de hidrogênio e dois de seus sais, cianeto de sódio e cianeto de potássio. O cianeto de hidrogênio (HCN) é um líquido ou gás incolor ou azul pálido com odor de amêndoa amarga, enquanto que o cianeto de sódio (NaCN) e o cianeto de potássio (KCN) são sólidos solúveis em água. Os glicosídeos cianogênicos são compostos de cianeto produzidos naturalmente por várias plantas. Quando são hidrolisados ou digeridos, formam cianeto de hidrogênio. Os cianetos formam complexos fortes com vários metais como por exemplo o ferro formando o ferrocianeto. Os cianetos são usados em galvanoplastia, extração de ouro e prata, limpeza de metais, na produção de fibras sintéticas, corantes, pigmentos e nylon, como reagente em química analítica, agente de fumigação e gaseificação do carvão.

A Resolução Conama 357/2005 determina a concentração de $0,005 \text{ mg.L}^{-1}$ de cianeto em águas doces classe 2. Entretanto, os pontos amostrados no Projeto Coringa não apresentaram concentrações dessa substância, conforme Tabela 4.1-16. Dessa forma, os pontos amostrados estão em conformidade com a determinação do Conama para este parâmetro.

● Sulfato e Magnésio

De acordo com a Cetesb (2009), o **sulfato- SO_4^{2-}** é um dos íons mais abundantes na natureza. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto.

As principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Nas águas tratadas, é proveniente do uso de coagulantes.

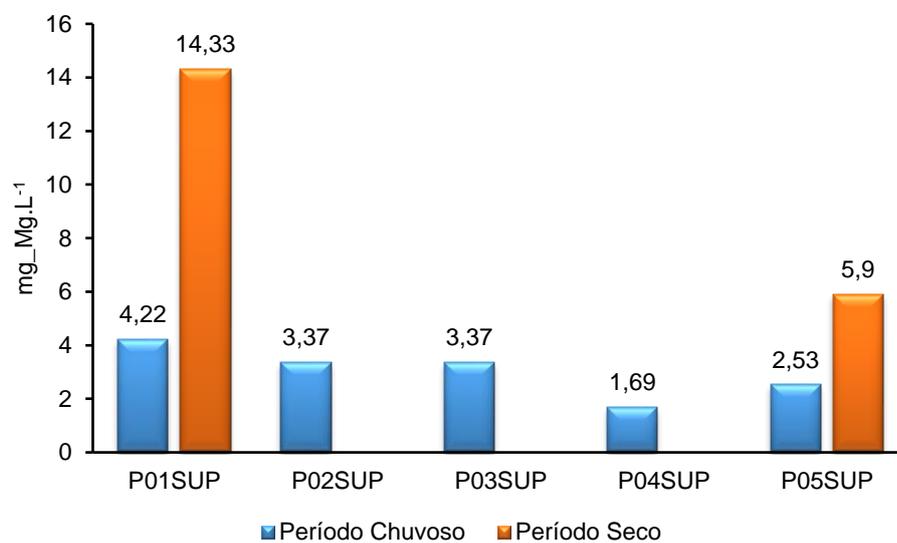
Para fins de padronização da qualidade da águas doces classes 2, o Conama em sua Resolução 357/2005 determina um valor padrão de $250 \text{ mg}_{\text{SO}_4} \cdot \text{L}^{-1}$. Conforme se pode observar na Tabela 4.1-16, as águas superficiais do Projeto Coringa não detectaram essa espécie química.

É importante ressaltar, o controle do sulfato na água tratada, pois a sua ingestão provoca efeito laxativo. Já no abastecimento industrial, o sulfato pode provocar incrustações nas caldeiras e trocadores de calor. Na rede de esgoto, em trechos de baixa declividade onde ocorre o depósito da matéria orgânica, o sulfato pode ser transformado em sulfeto, ocorrendo a exalação do gás sulfídrico, que resulta em problemas de corrosão em coletores de esgoto de concreto e odor, além de ser tóxico (CETESB, 2009).

O **Magnésio-Mg** é um elemento cujo comportamento geoquímico é muito parecido com o do cálcio e, em linhas gerais, acompanha este elemento. Diferentemente do cálcio, contudo, forma sais mais solúveis. Os minerais mais comuns fornecedores de magnésio para as águas subterrâneas são: biotita, anfibólios e piroxênios. Estes minerais são mais estáveis diante do intemperismo químico, do que os minerais fornecedores de cálcio, por isso seu teor nas águas subterrâneas é significativamente menor do que aquele. Em região de rochas carbonáticas. O mineral dolomita é um importante fornecedor de Mg para as águas naturais. Nas águas subterrâneas ocorre com teores entre 1 e 40mg/L. O magnésio, depois do cálcio, é o principal responsável pela dureza das águas.

Em águas doces classes 2, o Conama não determina um valor padrão para o magnésio. As amostras analisadas apresentaram valores que variaram entre 4,22 mg_Mg.L⁻¹ a 1,69 mg_Mg.L⁻¹, nos pontos P01SUP e P04SUP, respectivamente (Figura 4.1-134) durante o período chuvoso. No período seco, houve aumento da concentração do magnésio nos dois pontos amostrados. A principal fonte de magnésio nessas águas parece advir das rochas ricas em minerais dolomitas, muito comum na região, conforme observado em campo e no período seco, com a redução do volume de água nos dois pontos de amostragens há uma maior concentração deste elemento nas amostras avaliadas.

Figura 4.1-134 - Resultados analíticos para o Magnésio nas amostras de água superficial do projeto Coringa.



● Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totais e E. Coli

Os coliformes Termotolerantes (ou Fecais) são indicativos de poluição antropogênica causada principalmente por lançamento, pontual ou difuso, de esgoto doméstico. Portanto, para a avaliação das condições sanitárias de um corpo hídrico, utilizam-se bactérias do grupo coliforme, que atuam como indicadores de poluição fecal.

Os Coliformes Termotolerantes são os coliformes capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. O principal componente deste grupo é *Escherichia coli*, sendo que alguns coliformes do gênero *Klebsiella* também apresentam essa capacidade.

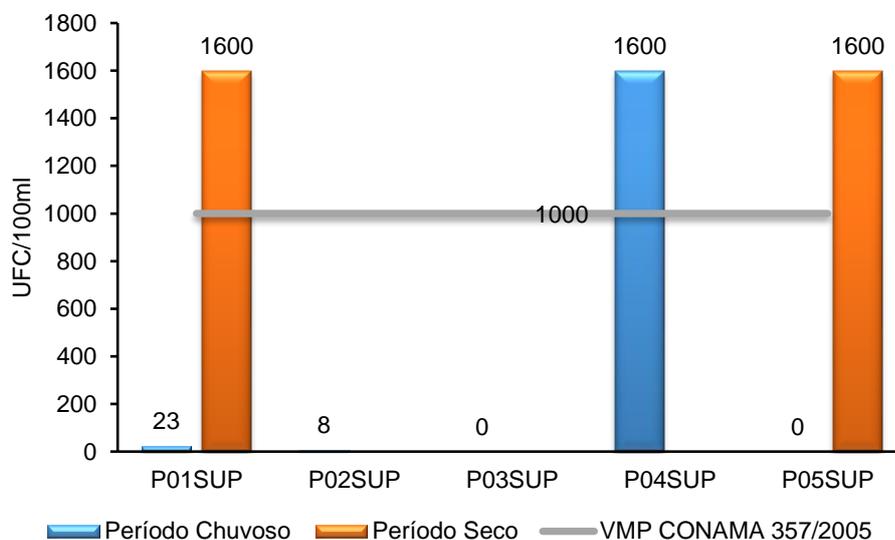
A determinação da concentração de coliformes assume muita importância por constituir não somente um parâmetro indicador da possibilidade de existência de microrganismos entéricos patogênicos, mas também da presença de qualquer outro componente normal de esgotos de origem doméstica (BRANCO; ROCHA, 1977).

Outras bactérias de origem fecal, como por exemplo, as do gênero *Streptococcus*, têm sido investigadas como possíveis auxiliares de comprovação da poluição de águas (BRANCO;

ROCHA, 1977). As fezes de animais de sangue quente contêm estreptococos fecais em números relativamente altos, podendo este grupo de bactérias ser utilizado como indicador de poluição fecal no exame de águas (GAGLIANONE, 1976). Não foram encontradas *Streptococos fecais* nas amostras analisadas nessa Sub-Bacia.

Os Coliformes Termotolerantes apresentam padrão de qualidade para águas doces classe 2, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, não podendo ultrapassar valores de 1000 NMP/100ml. Os resultados demonstram, de acordo com a Figura 4.1-135, que dos cinco pontos amostrados, quatro estão dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA, no período chuvoso, sendo eles: P01SUP, P02SUP, P03SUP e P05SUP, pois apresentaram valores entre 23 e 0 NMP de Coliformes Termotolerantes, respectivamente. Por outro lado, o ponto P04SUP apresentou valor acima de 1600 NMP, conforme Tabela 4.1-16, estando portando, em desacordo com a referida Resolução. Já no período seco, as duas amostras avaliadas se encontram em desacordo com a referida resolução. A presença de Coliformes Termotolerantes nessas amostras, pode ser proveniente da matéria orgânica vegetal em decomposição das margens dos igarapés (CETESB, 2009), no entanto, a presença de *E. coli* nas mesmas amostras indica que os Coliformes Termotolerantes são de origem fecal.

Figura 4.1-135 - Resultados analíticos de Coliformes Termotolerantes nas amostras de água superficial do Projeto Coringa.



Segundo a Resolução Conama 357, de 17 de Março de 2005, A *Escherichia Coli* – *E. coli* é uma bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos (animais de sangue quente), onde ocorre em densidades elevadas.

E. coli é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal (CETESB, 2009).

Em se tratando de E. Coli, conforme mostra a Tabela 4.1-16, das cinco amostras avaliadas no período chuvoso, em três amostras esses microorganismos se mostraram presentes nos pontos P01SUP, P02SUP e P04SUP. Já na campanha o período seco, nos dois pontos amostrados há a presença de E. coli.

● Água subterrânea

Para a caracterização da qualidade da água subterrânea do Projeto Coringa, dois pontos foram escolhidos para serem amostrados. São dois poços artesianos, cujo os códigos estão representados na Tabela 4.1-17. O primeiro poço P01SUB fica localizado no alojamento e o segundo poço P02SUB fica localizado na portaria do Projeto Coringa. Os poços têm aproximadamente 8 e 10 metros de profundidade, respectivamente, conforme observado in loco.

A Tabela 4.1-17 apresenta os dados analíticos das amostras coletadas para a caracterização da qualidade da água subterrânea do Projeto Coringa, considerando os dois períodos amostrados: seco e chuvoso.

Tabela 4.1-17 - Resultados analíticos das amostras de águas subterrâneas do projeto coringa.

PARÂMETROS	UNIDADE	PERÍODO CHUVOSO		PERÍODO SECO		VMP CONAMA 396/2008
		P01SUB	P02SUB	P01SUB	P02SUB	
Cor Aparente	uH	1	7	2	2	SR
pH (a 20°C)		4,95	5,10	4,85	5,58	SR
Oxigênio Dissolvido	mg_O2.L ⁻¹	4,3	3,8	4,3	3,5	SR
Temperatura	°C	28,8	26,8	29	30,1	SR
Condutividade elétrica	uS.cm ⁻¹	28	19	24	27	SR
Turbidez	UNT	0	2,2	1,57	1,95	SR
Sólidos Totais em Suspensão	mg_STS.L ⁻¹	0	2000	1000	1000	SR
Sólidos Sedimentáveis Totais	ml.L ⁻¹	0,2	0,2			SR
Sólidos Totais Dissolvidos	µg_STD.L ⁻¹	18000	12000	16000	18000	1.000.000
Sólidos Totais	µg_ST.L ⁻¹	18000	14000	17000	19000	SR
Salinidade	ppm	13	9	13	14	SR
DBO	mg_O2.L ⁻¹	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	SR
DQO	mg_O2.L ⁻¹	<10	<10	<10	<10	SR
Nitrogênio Amoniacal	µg_N_NH3.L ⁻¹	20	20	10	10	SR
Nitrato	µg_N_NO3.L ⁻¹	1500	1800	1100	1200	10.000
Nitrito	µg_N_NO2.L ⁻¹	1	2	ND	ND	1.000
Nitrogênio Kjeldhal	µg_NK.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	SR

PARÂMETROS	UNIDADE	PERÍODO CHUVOSO		PERÍODO SECO		VMP CONAMA 396/2008
		P01SUB	P02SUB	P01SUB	P02SUB	
Nitrogênio Orgânico	µg_NO.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	SR
Nitrogênio Total	µg-NT.L ⁻¹	1800	2000	5000	4000	SR
Fósforo Total	mg_P.L ⁻¹	0	0	0,47	0,57	SR
Óleos e graxas	mg.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	SR
Fenóis Totais	µg.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	3
Alumínio dissolvido	µg_Al.L ⁻¹	30	ND	ND	ND	200
Ferro dissolvido	µg_Fe.L ⁻¹	20	30	ND	ND	300
Cádmio Total	µg_Cd.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	5
Cobalto Total	µg_Co.L ⁻¹	0	64	ND	ND	SR
Mercúrio Total	µg_Hg.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	1
Cobre Dissolvido	µg_Cu.L ⁻¹	0	20	ND	ND	2.000
Cromo Hexavalente	µg_CrVI.L ⁻¹	6	ND	ND	ND	50
Cromo Trivalente	µg_CrIII.L ⁻¹	84	50	ND	ND	50
Cianeto	µg_KCN.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	70
Chumbo	µg_Pb.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	10
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml	5,1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausentes em 100 ml
E. Coli	UFC/100ml	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausentes em 100 ml
Coliformes Totais	NMP/100ml	16	Ausente	Ausente	Ausente	SR
Sulfato	µg_SO4.L ⁻¹	ND	ND	ND	ND	250.000
Magnésio	µg_Mg.L ⁻¹	1690	2530	5900	6740	SR

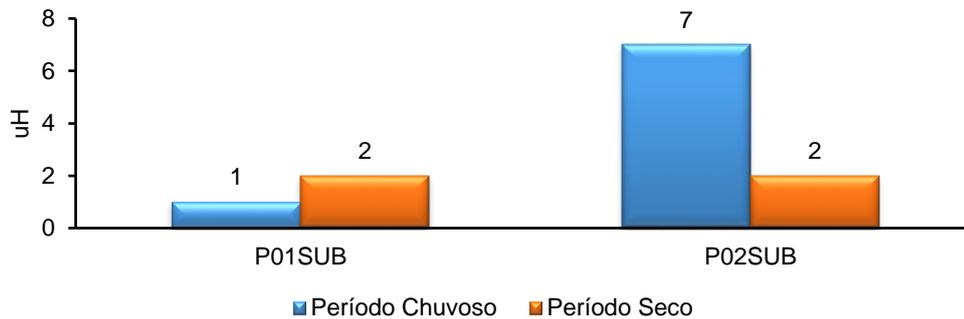
VPM – Valor Máximo Permitido; 1 - Parâmetros medidos in loco. NMP – Números Mais Prováveis; UFC – Unidade de Coliformes Fecais; SR – Sem Referência; V.A – Virtualmente Ausente; ND – Não Detectado.

● Cor aparente

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico.

A Resolução do Conama 396/2008, que padroniza a qualidade de água subterrânea para consumo humano não define um valor padrão para este parâmetro. Nas amostras analisadas, a cor aparente variou de 1 uH no ponto P01SUB e 7 uH no ponto P02SUB no período chuvoso e teve um valor 2 uH nos dois pontos amostrados do período seco (Figura 4.1-136).

Figura 4.1-136 - Resultados analíticos da Cor aparente nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.

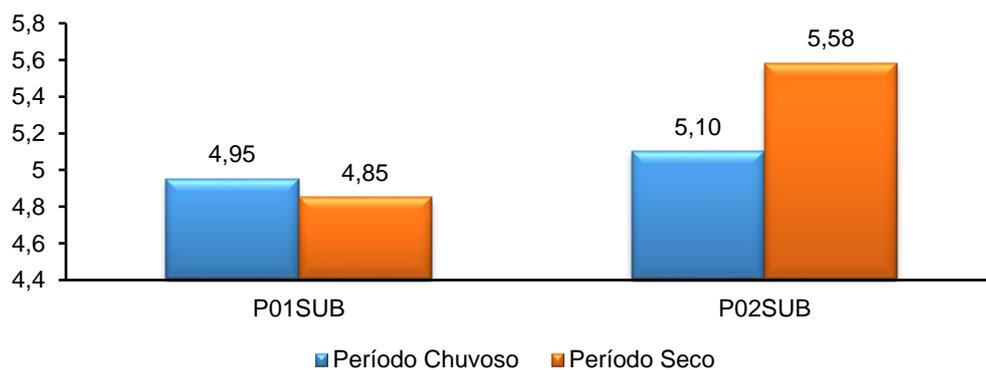


● Potencial Hidrogeniônico – pH

Conforme se pode observar na Figura 4.1-137, as águas subterrâneas dos dois pontos monitorados apresentaram caráter ácido e os valores de pH variaram entre 5,1 no ponto P02SUB e 4,95 no ponto P01SUB no período chuvoso. No período seco, houve redução do pH no ponto P01SUB e aumento no ponto P02SUB. Estes valores refletem as condições normais para as regiões de clima tropical úmido. De acordo com Fenzl (1986), a intensidade de precipitação dessas regiões leva a uma lixiviação rápida dos solos e uma diluição constante de águas naturais. Por outro lado, a vegetação abundante dá origem a produção de gás carbônico nos solos, devido a respiração das raízes das plantas e a decomposição da matéria orgânica. Dessa forma, o CO₂ e os ácidos orgânicos disponíveis no solo dessas regiões aumentam a acidez das águas subterrâneas e a capacidade de dissolver Fe e Mn.

A Resolução do Conama 396/2008, que trata do enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano, não determina valor padrão para o pH.

Figura 4.1-137 - Resultados analíticos de pH nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



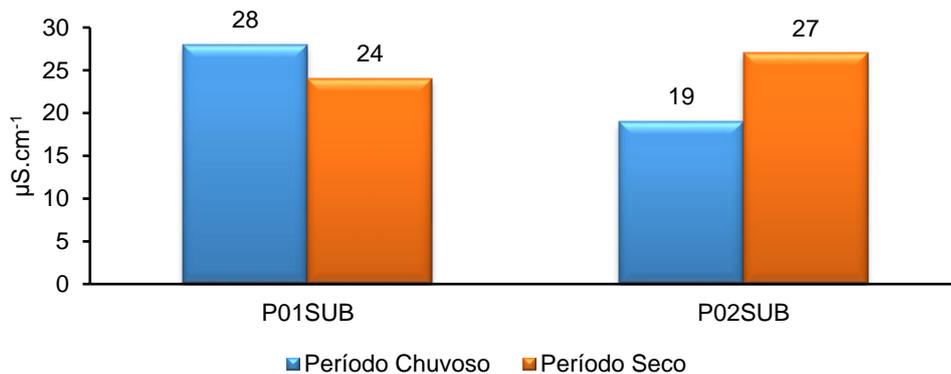
● Condutividade elétrica e salinidade

A condutividade elétrica é dada pela capacidade de uma amostra de água em transmitir corrente elétrica. Apresenta relação proporcional à concentração de substâncias iônicas dissolvidas. É determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Em águas continentais, os principais íons responsáveis pelos valores de

condutividade são entre outros, cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos.

A Figura 4.1-138 apresenta os resultados analíticos de CE nas amostras de água subterrânea. Conforme se pode observar, os valores de CE variaram entre 28 e 19 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, nos pontos P01SUB e P02SUB, respectivamente na primeira campanha. Já no período seco, o ponto P01SUB teve uma redução de CE para 24 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, enquanto que no ponto P02SUB houve um aumento para 27 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Baixos valores de CE nessas amostras indicam baixas concentrações de substâncias dissolvidas e baixas concentrações de cátions e ânions. Embora a Resolução Conama 396/2008 não determine padrão para este parâmetro, tais resultados evidenciam que os aquíferos da área do projeto apresentam bom estado de conservação.

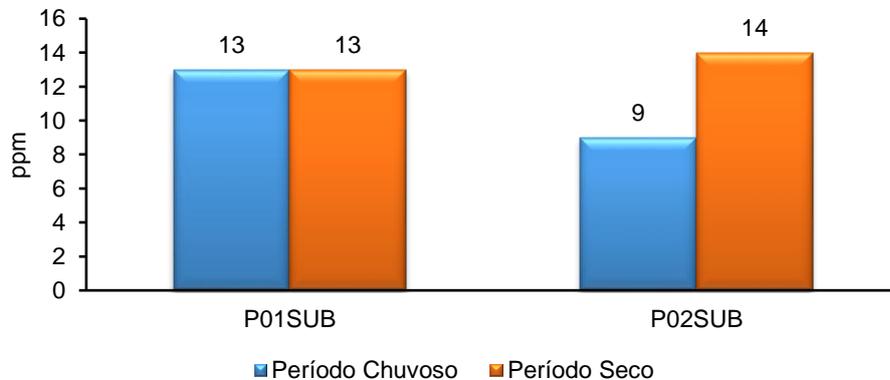
Figura 4.1-138 - Resultados analíticos de Condutividade Elétrica nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



A salinidade refere-se à quantidade de sais dissolvidos na água, sendo definida pelo peso total de sais inorgânicos dissolvidos em 1 Kg de água. Sua mensuração é feita pela determinação da condutividade elétrica, que tende a aumentar com a elevação da quantidade de sais dissolvidos.

Os resultados analíticos de salinidade são apresentados na Figura 4.1-139. No período chuvoso, a salinidade variou de 13 a 9 ppm nos pontos P01SUB e P02SUB, respectivamente. Já no período seco, houve aumento de salinidade apenas no ponto P02SUB assim como aumento de CE no mesmo ponto. No entanto, este parâmetro não tem padrão definido pela Resolução 396/2208 do Conama, no que se refere as águas subterrâneas.

Figura 4.1-139 - Resultados analíticos de salinidade nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



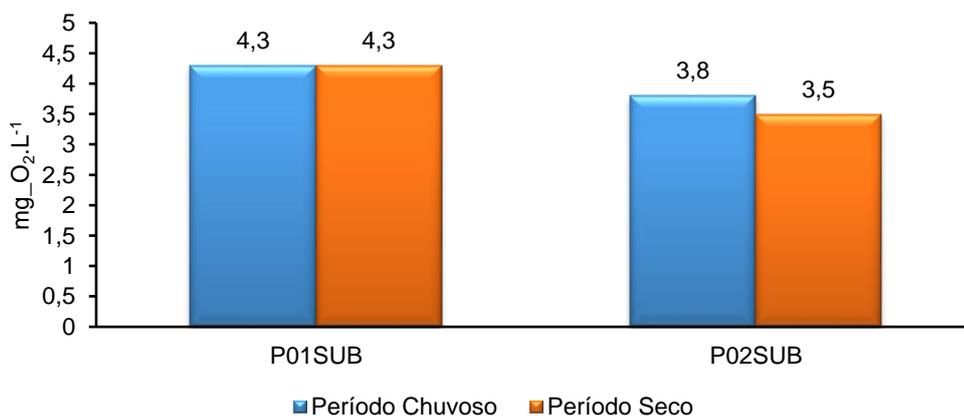
● **Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio.**

A concentração de **Oxigênio Dissolvido – OD** nas amostras de água subterrâneas variaram de 4,3 a 3,8 mg_{O₂}.L⁻¹ nos pontos P01SUB e P02SUB, respectivamente, no período chuvoso. No período seco, a concentração de OD se repetiu no ponto P01SUB e reduziu para 3,5 mg_{OD}.L⁻¹, conforme Figura 4.1-140.

A concentração de OD nas águas depende de fatores, tais como a temperatura da água, a presença de substâncias orgânicas ou o contato com o ar. OD tem funções ecológicas muito importantes para as águas superficiais, pois é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Em se tratando em águas subterrâneas, de acordo com Gonçalves et al. (2009), ocorre depleção do oxigênio, visto que não existe contato com o ar e que o O₂ é consumido na decomposição de material biológico presente nas amostras.

Para as águas subterrâneas, a Resolução Conama não tem um padrão de qualidade para este parâmetro para as águas de consumo humano.

Figura 4.1-140 - Resultados analíticos de Oxigênio Dissolvido nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



A **Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO** é quantidade de OD necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água por via biológica. Nas águas subterrâneas amostradas, a DBO foi inferior a $2 \text{ mg}_{\text{O}_2} \cdot \text{L}^{-1}$ (Tabela 4.1-17), porém, o Conama 396/2008 não determina um valor padrão para este parâmetro. A BDO abaixo de $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ nas amostras analisadas indicam a ausência de matéria orgânica possível de ser estabilizada por via biológica (BAHIA; FENZL; MORALES, 2008) nas águas dos poços amostradas.

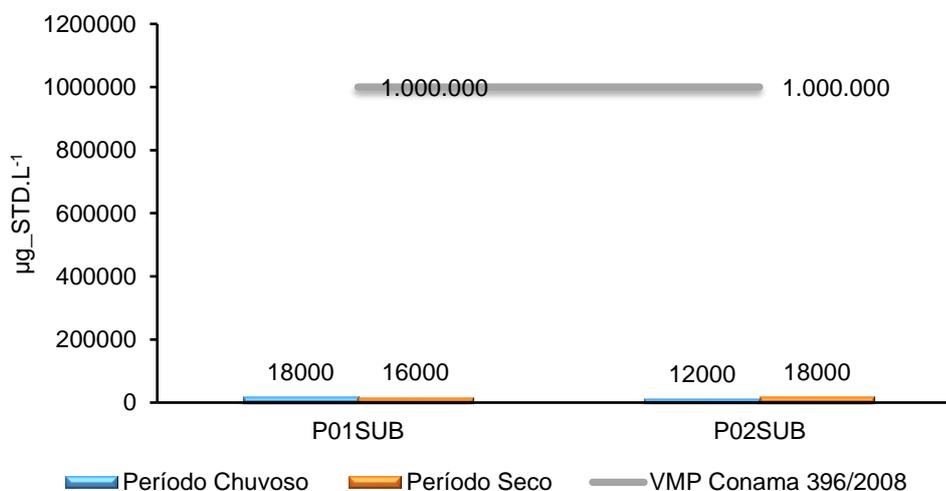
A **Demanda Química de Oxigênio - DQO** indica a quantidade OD consumido para a estabilização da matéria biodegradável ou não, por via química. As duas amostras de água subterrânea analisadas apresentaram, conforme Tabela 4.1-17, valores abaixo de $10 \text{ mg}_{\text{O}_2} \cdot \text{L}^{-1}$. Foi, portanto, maior que a DBO e indica que há presença de substâncias químicas que podem ser oxidadas, por via química (BAHIA; FENZL; MORALES, 2008).

● **Sólidos suspensos totais, Sólidos sedimentáveis totais, Sólidos totais dissolvidos e Sólidos totais.**

Os **Sólidos Totais Dissolvidos - STD** se referem a quantidade de sais dissolvidos na água e os componentes não iônicos, tais como os compostos orgânicos. Tem uma relação direta e proporcional com a Condutividade elétrica exatamente pela relação com os íons dissolvidos.

A Resolução 396/2008 do Conama determina que a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos em águas subterrâneas para consumo humano seja de $1.000.000 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ e de acordo com a Figura 4.1-141, as concentrações variaram de 18.000 a $12.000 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ nos pontos P01SUB e P02SUB, respectivamente, para o período chuvoso e no período seco, as concentrações foram de 16000 a $18000 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, estando, portanto, as duas amostras em conformidade com a legislação do Conama nos períodos analisados.

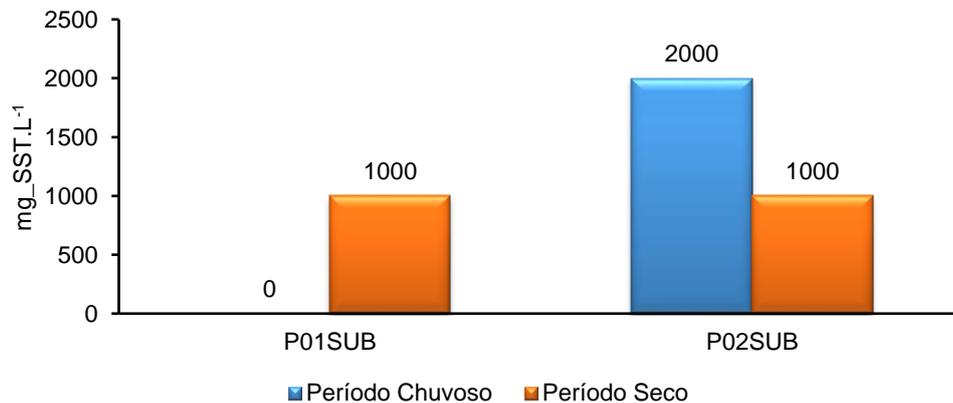
Figura 4.1-141 - Resultados analíticos de Sólidos Totais Dissolvido nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa-Mina Chapleau.



Em relação aos **Sólidos Suspensos Totais - SST**, apenas o ponto P02SUB apresentou concentração de $2000 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (Figura 4.1-142) no período chuvoso. No período seco, os dois

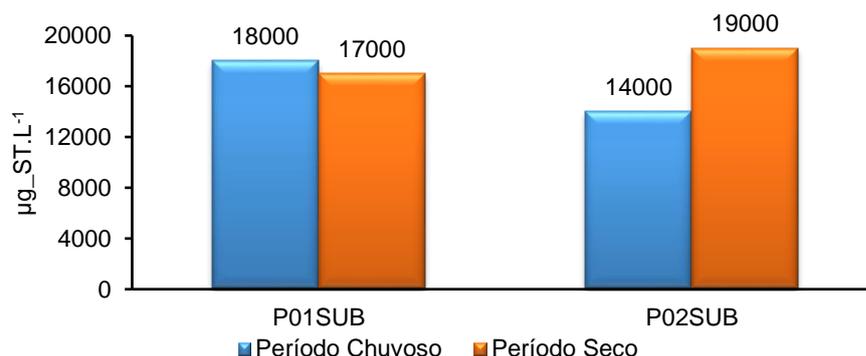
pontos amostrados apresentaram concentração de $1000 \mu\text{g.L}^{-1}$, mas o Conama não determina valor padrão para este parâmetro.

Figura 4.1-142 - Resultados analíticos de Sólidos suspensos Totais nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa-Mina Chapleau.



As concentrações de **Sólidos Totais – ST**, somam as frações de sólidos dissolvidos, de sólidos em suspensão e de sólidos sedimentáveis estão apresentados na Figura 4.1-143. Conforme se pode observar, as concentrações variaram de 18000 a $14000 \mu\text{g.L}^{-1}$ nos pontos P01SUB e P02SUB, respectivamente, no período chuvoso. No período seco, as concentrações variaram de 17000 a $19000 \mu\text{g.L}^{-1}$, porém, a resolução 396/2008 do Conama não determina um valor padrão para este parâmetro.

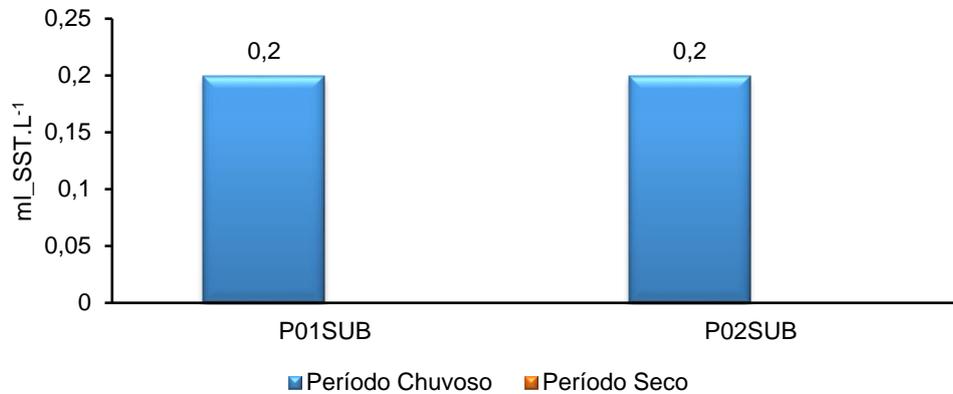
Figura 4.1-143 - Resultados analíticos de Sólidos Totais nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa-Mina Chapleau.



Os **Sólidos Totais Sedimentáveis - STS** representam todas as substâncias existentes em 1 (um) litro de amostra que sedimentem por ação da gravidade, em Cone Imhoff durante uma hora (SABESP, 1999).

A Figura 4.1-144 mostra que os dois pontos de água subterrânea apresentaram $0,2 \text{ ml.L}^{-1}$ somente no período chuvoso, pois no período seco as amostras não apresentaram sólidos sedimentáveis. No entanto, o Conama não determina padrão legal para este parâmetro.

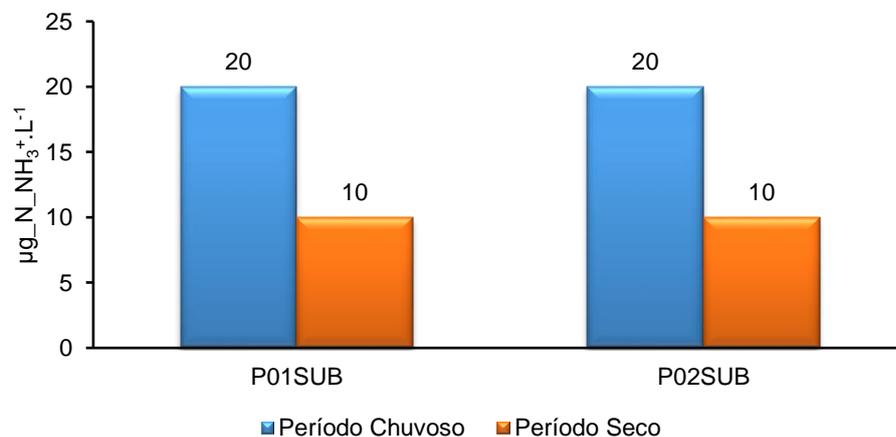
Figura 4.1-144 - Resultados analíticos de Sólidos Sedimentáveis totais nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



● Nitrogênio e fósforo total

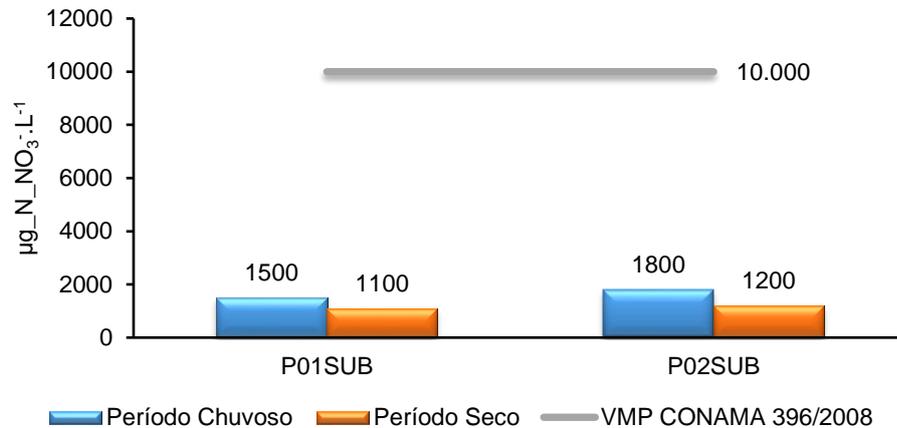
A Figura 4.1-145 mostra as concentrações de **Nitrogênio Amoniacal** nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa. No período chuvoso, as duas amostras apresentaram valores de $20 \mu\text{g_NH}_3^+.\text{L}^{-1}$ e no período seco as duas amostras apresentaram valores de $10 \mu\text{g_NH}_3^+.\text{L}^{-1}$. Contudo, a resolução do Conama não determina um valor padrão para este parâmetro em águas subterrâneas.

Figura 4.1-145 - Resultados analíticos de Nitrogênio Amoniacal nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



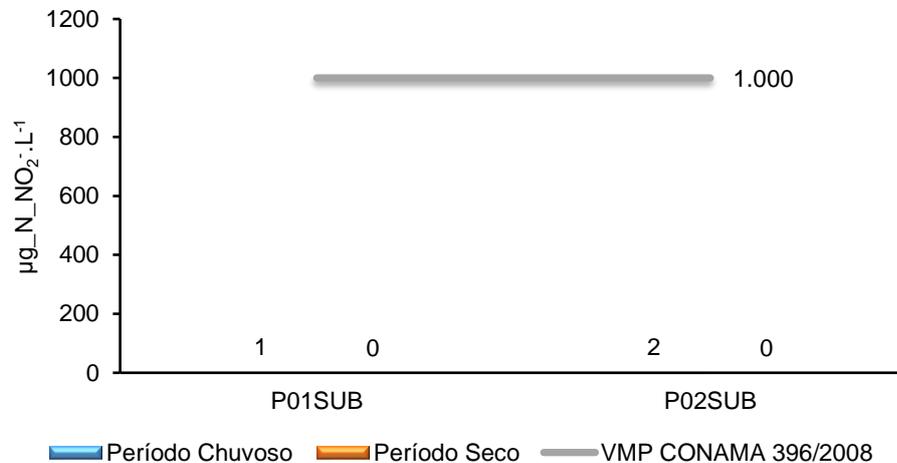
As concentrações de **Nitrato** das amostras de água subterrânea são apresentadas na Figura 4.1-146. As concentrações do período chuvoso variaram de 1800 a 1500 $\mu\text{g_NO}_3^-\text{.L}^{-1}$ e as do período seco variaram de 1100 a 1200 $\mu\text{g_NO}_3^-\text{.L}^{-1}$. A Resolução 396/2008 determina uma concentração de 10.000 $\mu\text{g_NO}_3^-\text{.L}^{-1}$. Logo, as concentrações ficaram dentro do padrão estabelecido pelo Conama.

Figura 4.1-146 - Resultados analíticos de Nitrato nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



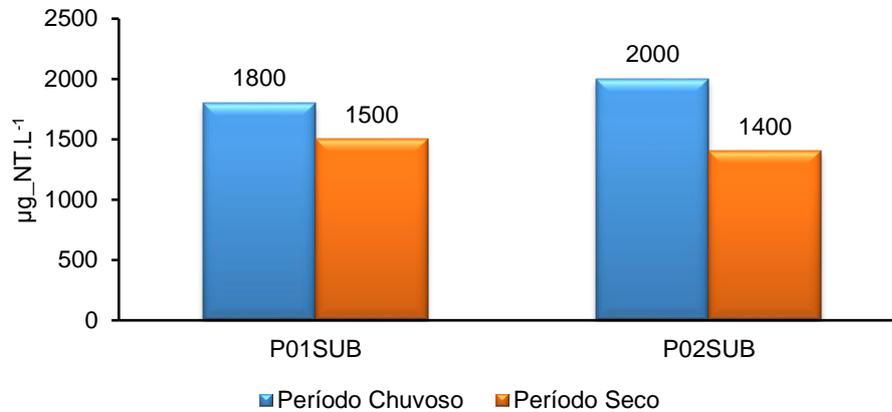
A Figura 4.1-147 apresenta os resultados analíticos das concentrações de **Nitrito**. As amostras apresentaram concentrações de 1 µg_NO₂⁻·L⁻¹ no ponto P01SUB e 2 µg_NO₂⁻·L⁻¹ no ponto P02SUB somente na primeira campanha do período chuvoso. Já no período seco não foram detectadas concentrações dessa espécie de nitrogênio. Os igarapés amostrados estão concordando com padrão estabelecido com o Conama, que é de 1000 µg_NO₂⁻·L⁻¹.

Figura 4.1-147 - Resultados analíticos de Nitrito nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



A frações de **Nitrogênio Orgânico, Nitrogênio Kjeldahl e Nitrogênio Total** foram analisadas nas amostras de água subterrânea, conforme mostra a Tabela 4.1-17. No entanto, as frações de Nitrogênio orgânico e Keldhal não foram detectadas. Apenas o nitrogênio total foi detectado e variou de 1800 a 2000 µg.L⁻¹ no período chuvoso. Já no período seco, as concentrações variaram entre 1500 a 1400 µg.L⁻¹. Apesar disso, o Conama 396/2008 não determina um valor padrão para este parâmetro.

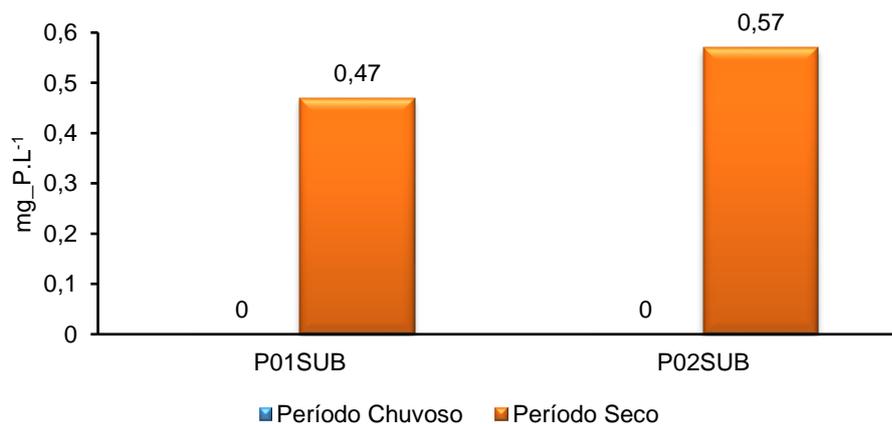
Figura 4.1-148 - Resultados analíticos de Nitrogênio total nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



O **Fósforo - P** é um elemento químico muito importante com macronutrientes para as plantas e sua origem natural nas águas superficiais e subterrânea, de acordo com Von Sperling (2005) estão ligadas a dissolução de rochas fosfatadas e da decomposição matéria orgânica.

O fósforo total não foi detectado nas duas amostras analisada de águas subterrâneas do Projeto Coringa durante a primeira campanha do período chuvoso, mas foi encontrada nas amostras analisadas no período seco, conforme se pode observar na Tabela 4.1-17 e na Figura 4.1-149. As concentrações do período seco variaram entre 0,47 a 0,57 mg.L⁻¹. A resolução do Conama 396/2008 não determina valor padrão para o fósforo em águas subterrâneas.

Figura 4.1-149 - Resultados analíticos de Fósforo total nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.

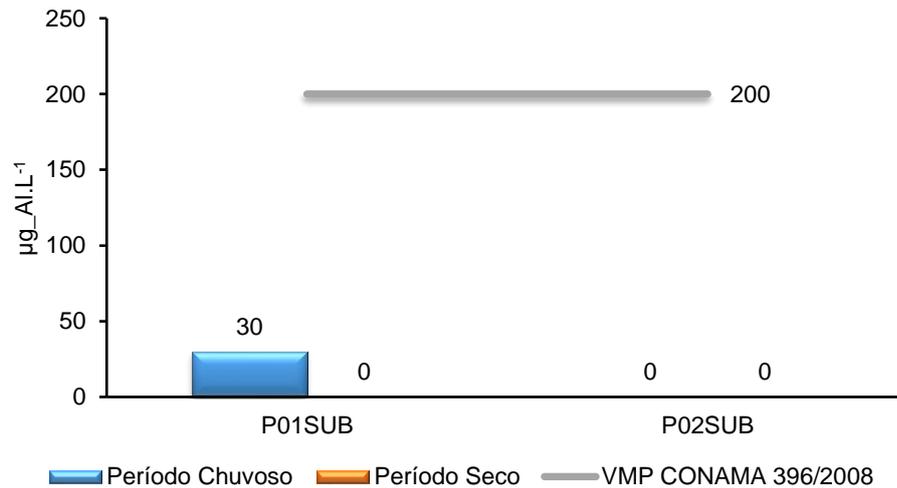


● Alumínio, Ferro e Cobre dissolvido

A Figura 4.1-150 apresenta os resultados analíticos para o parâmetro alumínio. De acordo com a figura, apenas o ponto P01SUB apresentou concentração de 30 µg-Al.L⁻¹ e somente

no período chuvoso e a Resolução 396/2008 determina um valor padrão de $200 \mu\text{g_Al.L}^{-1}$, ou seja, os dois pontos amostrados estão em conformidade com a referida resolução nas duas campanhas avaliadas.

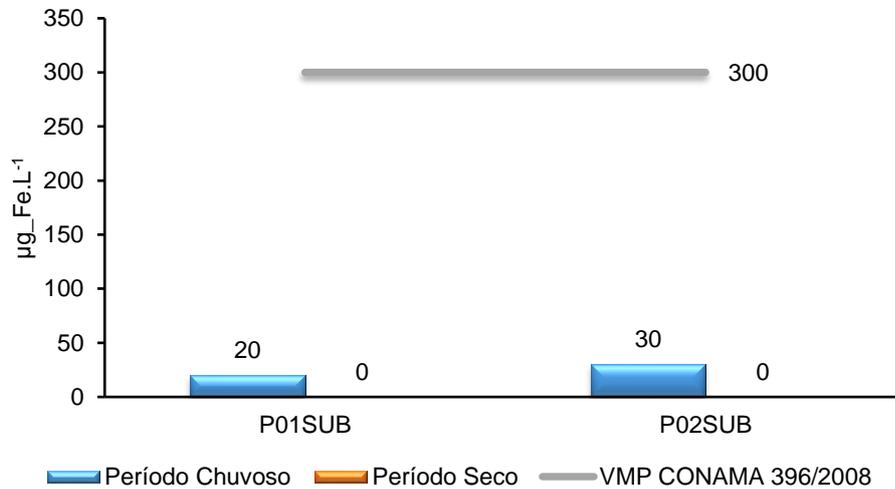
Figura 4.1-150 - Resultados analíticos de Alumínio dissolvido nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



O **Ferro - Fe** é um elemento persistentemente presente em quase todas as águas subterrâneas em teores abaixo de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$. Águas com alto conteúdo de Fe, ao saírem da captação por poços são incolores, mas ao entrarem em contato com o oxigênio do ar tornam-se amareladas, o que lhes confere uma aparência nada agradável (KEMERICH, et al, 2012).

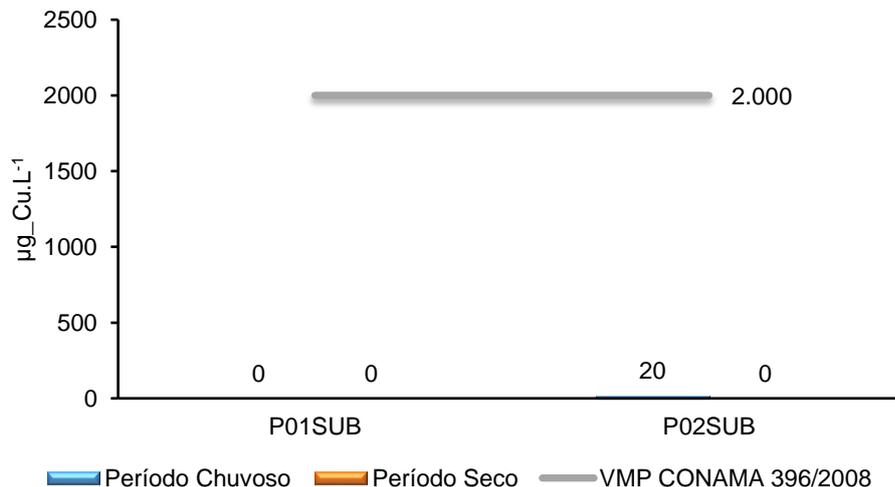
As concentrações de ferro dissolvido nas amostras de água subterrâneas do Projeto Coringa são apresentadas na Figura 4.1-151. De acordo com a figura, as concentrações variaram entre 20 a $30 \mu\text{g_Fe.L}^{-1}$ nos pontos P01SUB e P02SUB, respectivamente. Entretanto, essas concentrações ficaram em conformidade com resolução do Conama 396/2008 que determina um valor de $300 \mu\text{g_Fe.L}^{-1}$ em águas subterrâneas para consumo humano.

Figura 4.1-151 - Resultados analíticos de Ferro dissolvido nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



A Figura 4.1-152 apresenta a concentração de **Cobre - Cu** nas amostras de água subterrânea avaliadas. Apenas o ponto P02SUB apresentou concentração de 20 µg_Cu.L⁻¹ durante o período chuvoso. Mesmo assim, essa amostra está em conformidade com a determinação do padrão estabelecido pelo Conama 396/2008, que é de 2000 µg_Cu.L⁻¹.

Figura 4.1-152 - Resultados analíticos de Cobre dissolvido nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.

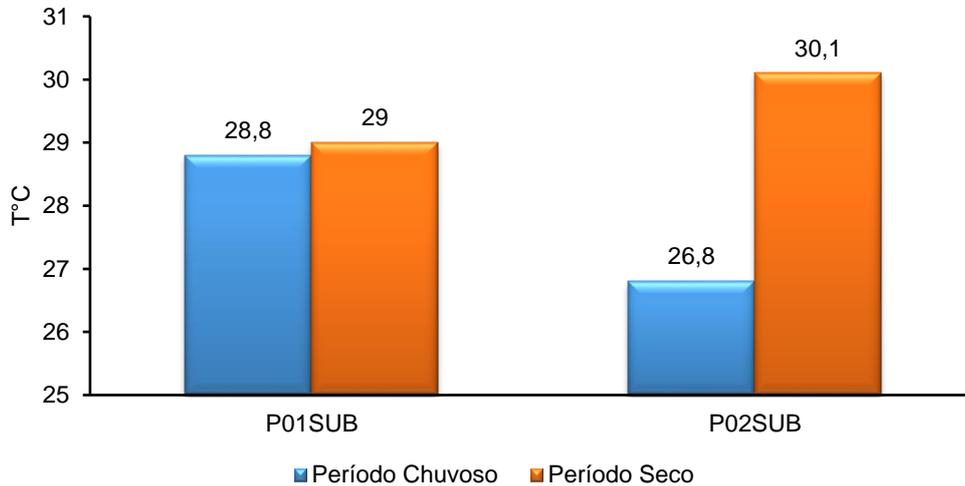


● Temperatura e turbidez

A Figura 4.1-153 apresenta os valores de **temperatura** medido nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa. A temperatura foi mais elevada no ponto P01SUB com 28,8°C, enquanto que no ponto P02SUB foi de 26,8°C durante a campanha do período chuvoso. No período seco, a temperatura mais elevada ocorreu no ponto P02SUB com valor

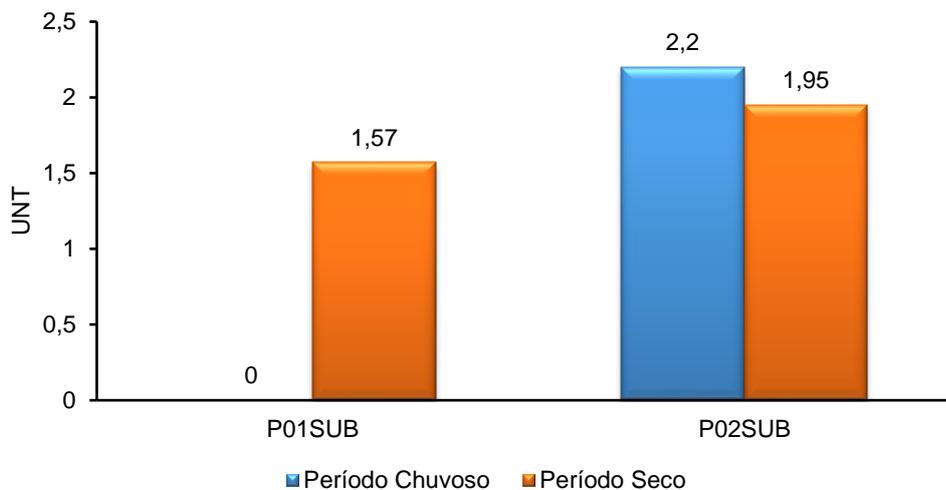
de 30,1°C. A temperatura da água não tem um padrão definido pela Resolução Conama 396/2008.

Figura 4.1-153 - Resultados analíticos de temperatura nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



A **Turbidez**, que representa o grau de interferência à passagem de luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma, está relacionada à presença de sólidos em suspensão. Nas amostras de água subterrânea analisadas, a turbidez só foi encontrada nos pontos amostrados no período seco, mas somente no ponto P02SUB no período chuvoso com 2,2 UNT (Figura 4.1-154). A turbidez, assim como a temperatura, não tem um limite padrão definido pela resolução 396/2008 do Conama.

Figura 4.1-154 - Resultados analíticos de turbidez nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.

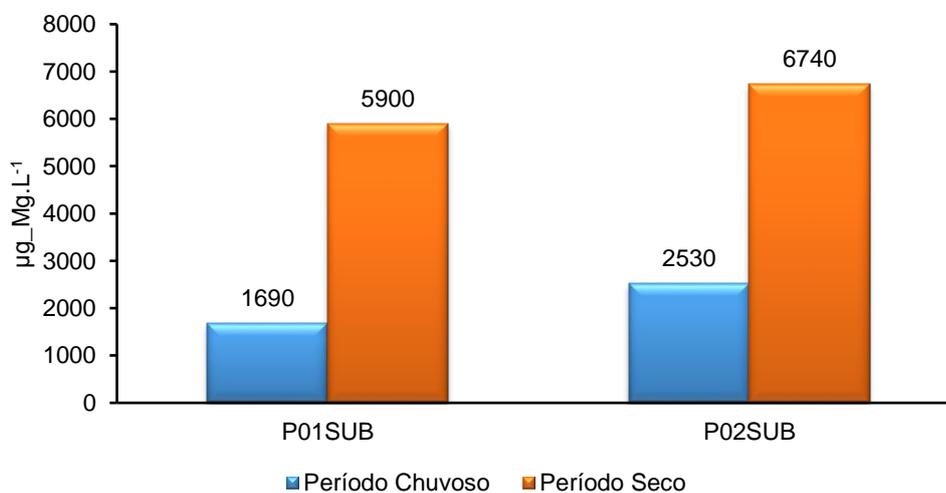


● Sulfato e Magnésio

Para o **sulfato (SO₄)**, assim como nas amostras de água superficial, nas amostras de água subterrânea não foram detectadas, conforme se pode ver na Tabela 4.1-17. Contudo, o Conama determina, em sua resolução 396/2008, a concentração de 250.000 µg_{SO₄²⁻}.L⁻¹ nas amostras de água subterrânea para consumo humano.

A Figura 4.1-155 apresenta as concentrações de **Magnésio** nas amostras avaliadas de água subterrânea. Conforme se pode observar, as concentrações de Magnésio foram de 2.530 µg_{Mg}.L⁻¹ no ponto P01SUB e 1.690 µg_{Mg}.L⁻¹ no ponto P02SUB no período chuvoso e tiveram a sua concentração aumentada no período seco. Apesar disso, a resolução 396/2008 não determina um valor padrão para este parâmetro para as águas subterrâneas para o consumo humano. Ressalta-se, que o excesso de magnésio juntamente com o cálcio, são responsáveis por conferi à água, a característica de dureza a mesma. O período de estiagem da região contribui para a redução do volume de águas devido ao rebaixamento do lençol freático pela falta de chuvas dos poços e com isso o magnésio aumenta a sua concentração. O aumento da concentração de Mg e de outros sais dissolvidos pode interferir no aumento de salinidade, da condutividade e da concentração de sólidos totais dissolvidos na água desses poços.

Figura 4.1-155 - Resultados analíticos de Magnésio nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



● Óleos e graxas

A Resolução Conama 396/2008 não determina um valor padrão para as substâncias óleos e graxas. Essas substâncias não foram detectadas nas amostras de água subterrânea avaliadas no Projeto Coringa, conforme se pode ver na Tabela 4.1-17 e nos laudos em Anexo VIII.

● Fenóis totais

A Resolução Conama 396/2008 não determina um valor padrão para as substâncias fenóis. Os fenóis também não foram detectados nas duas amostras avaliadas no Projeto Coringa, conforme se pode observar na Tabela 4.1-17 e no Anexo VIII.

● Coliformes Termotolerantes, Coliformes totais e Escherichia Coli.

A Figura 4.1-156 mostra os resultados de Coliformes Termotolerantes nas duas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa. Apenas o ponto P01SUB apresentou 5,1 UFC/100ml de amostras. Este resultado está em desacordo com a Resolução 396/2008, que determina que esses microrganismos devem estar ausentes em águas subterrâneas para consumo humano. Também o mesmo ponto (P01SUB), em se tratando de coliformes totais (Figura 4.1-157) apresentou 16 UFC/100ml. Este mesmo ponto apresentou Escherichia coli conforme se pode observar na Tabela 4.1-17. É provável, que a presença constante de animais, tais como aves e cachorros, ao redor desse poço, através de suas fezes podem estar contribuindo para aporte de microrganismos na água desses poços. Ressalta-se que este ponto não apresentou tais microrganismos durante a campanha do período seco.

Figura 4.1-156 - Resultados analíticos de Coliformes Termotolerantes nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.

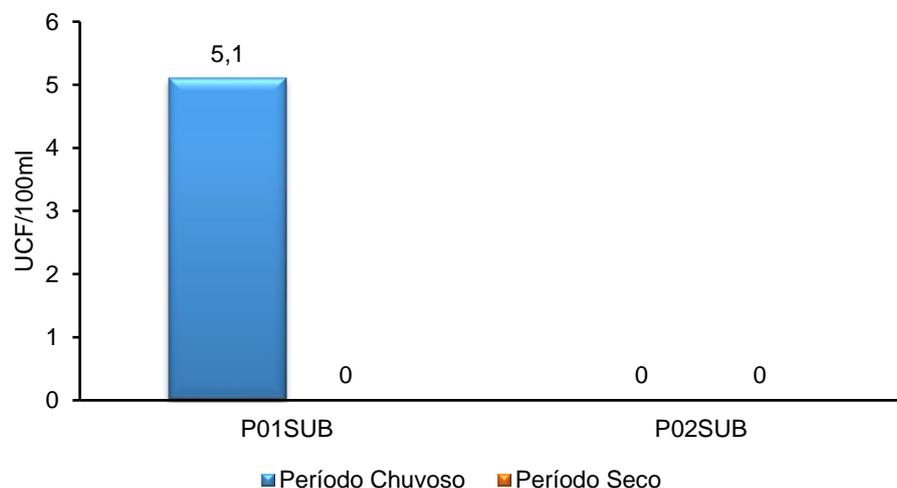
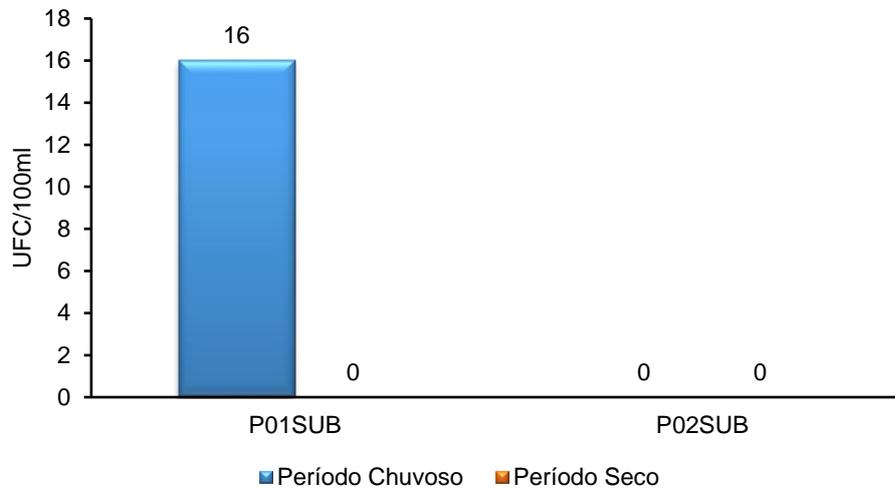


Figura 4.1-157 - Resultados analíticos de Coliformes Totais nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.

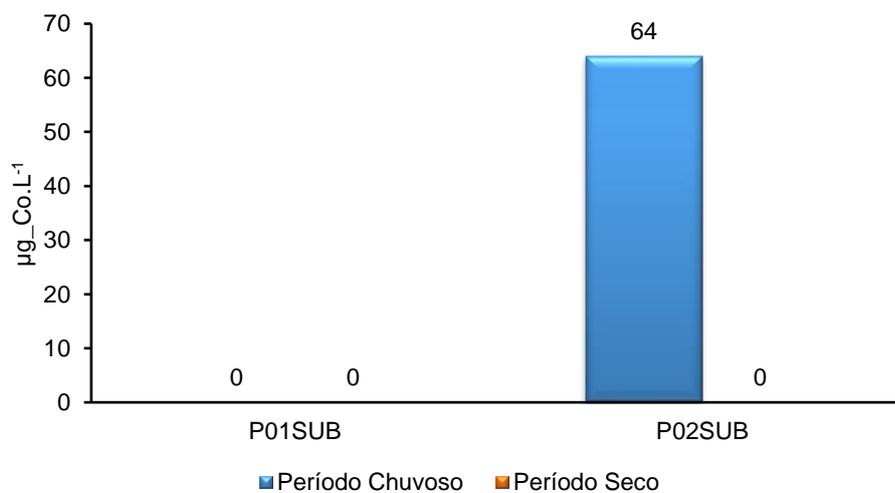


● Cádmio, Cobalto, Chumbo e Cromo

A Resolução 396/2008 do Conama determina um valor padrão de $5 \mu\text{g}_{\text{Cd}}\cdot\text{L}^{-1}$ de **Cádmio** para as águas subterrâneas para consumo humano, no entanto, as amostras analisadas para águas subterrâneas não detectaram presença desse elemento químico, conforme se observa na Tabela 4.1-17.

Observa-se na Figura 4.1-158, o **Cobalto total** se mostrou presente apenas na amostra de água do ponto P01SUB com concentração de $64 \mu\text{g}_{\text{Co}}\cdot\text{L}^{-1}$ durante a amostragem do período chuvoso, no entanto, a resolução Conama 396/2008 não determina um valor padrão para este parâmetro para as águas subterrâneas para consumo humano.

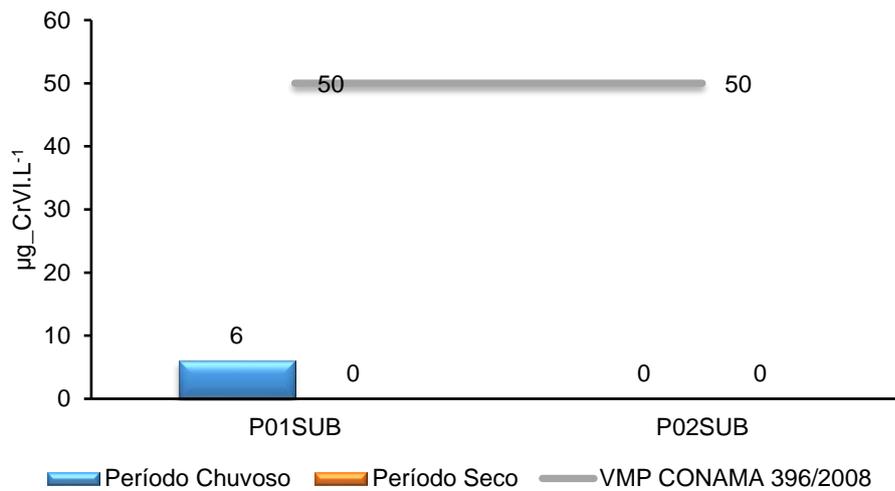
Figura 4.1-158 - Resultados analíticos de Cobalto total nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



As duas amostras de água subterrânea não apresentaram concentrações de **Chumbo-Pb** em nenhuma das campanhas realizadas, conforme se pode ver na Tabela 4.1-17.

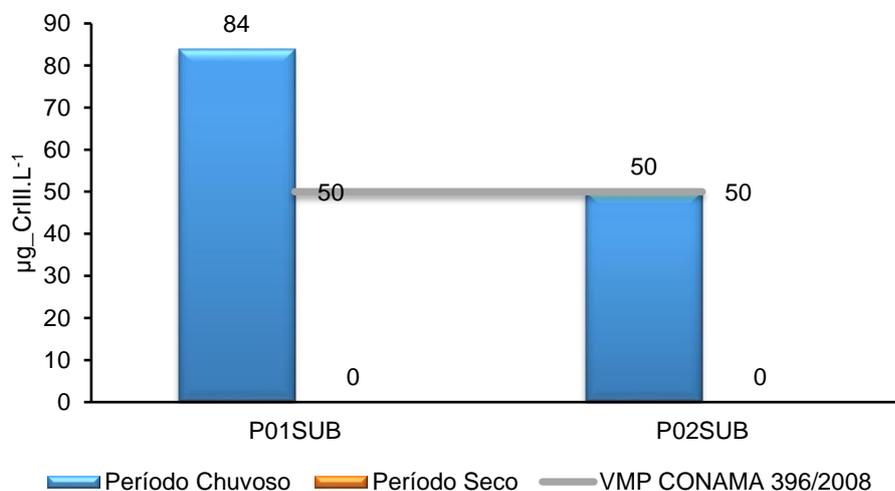
As concentrações de **Cromo - Cr** são apresentadas nas Figura 4.1-159 e Figura 4.1-160. Na forma de Cromo Hexavalente, o cromo se mostrou presente apenas no ponto P01SUB com concentração de $6 \mu\text{g.L}^{-1}$ durante o período de chuva. Na forma trivalente, as duas amostras apresentaram concentrações que variaram de 84 a $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ também apenas no período chuvoso.

Figura 4.1-159 - Resultados analíticos de Cromo Hexavalente nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



Conforme determinação da Resolução 396/2008 do Conama, a concentração de cromo nas águas subterrâneas para consumo humano deve ser de $50 \mu\text{g.L}^{-1}$. Nessas condições, o ponto P02SUB está em desacordo com a referida resolução por apresentar concentração de $84 \mu\text{g.L}^{-1}$ de cromo trivalente. Contudo, é importante ressaltar, a forma trivalente é essencial para o metabolismo humano, enquanto que a forma hexavalente é tóxica e cancerígena.

Figura 4.1-160 - Resultados analíticos de Cromo trivalente nas amostras de água subterrânea do Projeto Coringa.



● **Cianeto e Mercúrio total.**

As amostras de água subterrânea, assim como as amostras de água superficial, não apresentaram concentrações de cianeto e nem de mercúrio total, conforme Tabela 4.1-17, ficando assim em conformidade com Resolução 396/2008 do Conama.

4.1.9.2.4 Índice de qualidade de água

● **Índice de Qualidade da Água Superficial**

Para avaliar a qualidade da água superficial do projeto Coringa nos cinco pontos amostrados, foram aplicados o Índice de Qualidade de Água, a partir da análise dos dados, conforme descritos nas Tabela 4.1-18 e Tabela 4.1-19, considerando os dois períodos sazonais.

Conforme mostra esta tabela, para o período chuvoso, os cinco pontos amostrados foram classificados em aceitável nos pontos P01SUP, P02SUP, P04SUP e P05SUP. Já o ponto P03SUP teve a melhor classificação, sendo classificada como boa.

Tabela 4.1-18 - Índice de qualidade da água – IQA das amostras de água superficial do Projeto Coringa no período chuvoso.

PARÂMETROS	UNIDADES	PONTOS DE COLETA				
		P01 SUP	P02 SUP	P03SUP	P04 SUP	P05SUP
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100mL	23	8	0	1600	0
pH		6,67	5,63	6,4	6,4	4,2
DBO₅	mg.L ⁻¹	5,1	2,3	2,7	12	2,2
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	8	2,2	1,5	1,8	1,6
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	2,1	7,2	6,2	7,1	5,5
Temperatura	°C	25,7	25	25,6	26,1	26,9
Turbidez	UT	937	10,3	10,75	9,69	7,6
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹	977	53	82	52	37
Oxigênio Dissolvido*	mg.L ⁻¹	4,7	2,9	4,9	6,2	4,2
Altitude	m	252	337	293	292	307
Cálculo IQA		42,4	46,77	63,51	39,36	49,05
Inter. Cetesb		Aceitável	Aceitável	Boa	Aceitável	Aceitável

Para a campanha do período chuvoso, a Tabela 4.1-19 apresenta a aplicação do IQA. De acordo com esta tabela, o ponto P01SUP apresentou IQA ruim, enquanto que o ponto P01SUP permaneceu com índice aceitável.

Dois fatores podem ter contribuição direta na redução do IQA no ponto P01SUP: o aumento assustador de coliformes nessas águas, que foi superior a 1600 UFC/100ml e a redução a nível próximo de zero do OD nesse igarapé (0,7mg_{O₂}.L⁻¹), considerando que esses dois parâmetros são os que tem maior peso no índice de qualidade de água.

Tabela 4.1-19 - Índice de qualidade da água – IQA das amostras de água superficial do Projeto Coringa no período seco.

PARÂMETROS	UNIDADES	PONTOS DE COLETA	
		P01SUP	P05SUP
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100mL	≥1600	≥1600
pH		6,47	6,3
DBO ₅	mg.L ⁻¹	6,26	4,42
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	3,8	3,1
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	0,28	0,42
Temperatura	°C	23	24,3
Turbidez	UT	62,6	6,92
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹	73	24
Oxigênio Dissolvido*	mg.L ⁻¹	0,7	4,5
Altitude	m	252	307
Cálculo IQA		28,36	42,79
Inter. Cetesb		Ruim	Aceitável

4.1.9.2.5 Usos múltiplos da água

O Projeto Coringa está localizado entre duas Sub-bacias hidrográficas no estado do Pará: as bacias do Rio Tapajós e do Rio Xingu, ambas pertencentes a Região Hidrográfica Amazônica. Sendo assim, as duas bacias foram consideradas para o diagnóstico de usos múltiplos de recursos hídricos da área do empreendimento.

A disponibilidade hídrica nos dois rios é apresentada na Tabela 4.1-20, no que se refere as vazões médias anuais.

Tabela 4.1-20 - Disponibilidade hídrica de água superficial dos rios Tapajós e Xingu.

RIO	QMÉD (M ³ .S ⁻¹)	ÁREA DE DRENAGEM (KM ²)	POPULAÇÃO (HAB.)	DISPONIBILIDADE (M ³ .HAB ⁻¹ .ANO ⁻¹)
Tapajós	14.346	492.207	820.228	553.077
Xingu	9.701	508.046	372.209	824.223

Fonte: PNRH – MMA, 2006.

Os principais usos da água nas bacias hidrográficas que estão sob influência do Projeto Coringa são apresentados no Quadro 4.1-25.

De acordo com MMA (2006), os principais usos não-consuntivos de água na bacia amazônica que inclui a sub-bacia do Tapajós são: navegação, a pesca, o turismo e lazer, a hidroeletricidade e o transporte, assimilação e diluição de efluentes. Por outro lado, os usos consuntivos incluem o abastecimento humano, a agricultura, a atividade industrial, a mineração.

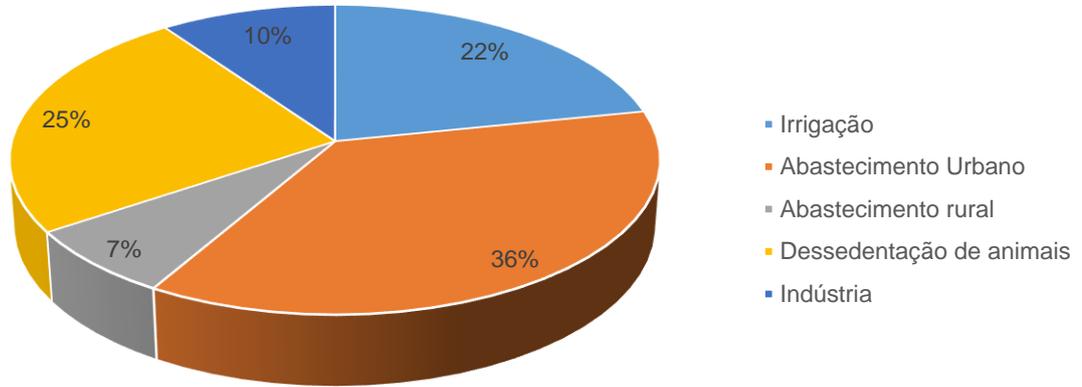
Segundo o sumário de diagnóstico Ambiental (LEME ENGENHARIA, 2005), os principais usos não-consuntivos dos recursos hídricos na Bacia do rio Xingu estão associados à geração de energia hidrelétrica, à diluição e afastamento de efluentes líquidos e à preservação dos ecossistemas aquáticos, em especial nas Terras Indígenas, além de navegação e, em menor escala, turismo. Já os usos consuntivos incluem o abastecimento humano (urbano e rural), o uso agropecuário (agricultura irrigada e o consumo animal) e o uso industrial ainda pouco expressivo.

Quadro 4.1-25 - Principais usos da água nas Sub-bacias dos rios Tapajós e Xingu.

Usos da água nas Bacias Hidrográficas do Tapajós e Xingu		
Bacia	Principais usos da água	
	Consuntivo	Não-consuntivo
Tapajós	Consumo humano;	Navegação;
	Agricultura e Irrigação;	Transporte, assimilação e Diluição de esgotos;
	Consumo animal	Geração de energia elétrica – Hidroeletricidade;
	Extrativismo Mineral	Turismo e lazer;
		Pesca;
Xingu	Consuntivo	Não-consuntivo
	Uso industrial;	Geração de energia elétrica;
	Abastecimento urbano e rural	Diluição e afastamento de esgoto;
	Irrigação;	Turismo, recreação e lazer;
	Dessedentação de animal	Pesca;
		Proteção das comunidades aquáticas;
	Navegação;	

As Figura 4.1-161 a Figura 4.1-163 mostram o panorama geral da demanda por água na Região Hidrográfica Amazônica, na Sub-Bacia do Rio Tapajós e na Sub-bacia do Rio Xingu. É persistente mostrar dados referentes a Região Hidrográfica Amazônica, já que o empreendimento está inserido em duas Sub-bacias hidrográficas dessa região. Conforme se pode observar nessa figura, as maiores demandas da região são para o abastecimento urbano e a dessedentação de animais. Esses dois representam demandas de 36% e 25%, respectivamente.

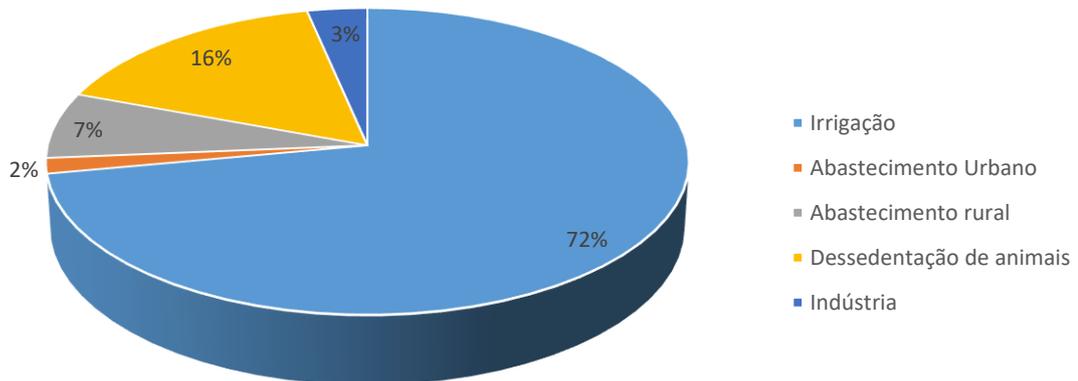
Figura 4.1-161 - Panorama geral de demanda (%) por Recursos Hídricos na Região Hidrográfica Amazônica.



Fonte: PNRH-MMA, 2006.

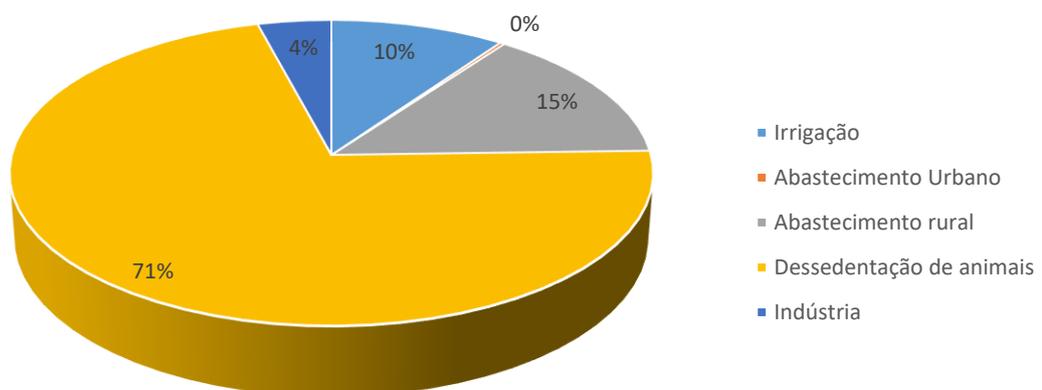
Conforme mostra a Figura 4.1-162, a maior demanda por água na bacia hidrográfica do rio Tapajós é para a irrigação (72%), para a dessedentação de animais (16%). Já na Sub-Bacia hidrográfica do Rio Xingu (Figura 4.1-163), a maior demanda é para o consumo animal e para o abastecimento rural. A Região do Rio Xingu possui um dos maiores rebanhos bovinos do estado do Pará e com isso demanda uma quantidade significativa de água para o consumo desses animais.

Figura 4.1-162 - Demanda por água na Sub-bacia do Rio Tapajós



Fonte: ANA, 2003.

Figura 4.1-163 - Demanda por água na Sub-bacia do Rio Xingu.



Fonte: ANA, 2003.

A navegação se constitui como principal via de transporte na região amazônica desde o início do processo de ocupação. Atualmente, as hidrovias têm importância crucial para o desenvolvimento econômico da região, pois essas hidrovias são responsáveis pelo escoamento de diversos produtos da economia regional, tais como, os minérios, os grãos e até animais, a exemplo da Hidrovia do Tapajós com diversas infraestruturas portuárias públicas e privadas em Santarém e Itaituba. No rio Xingu, a navegação é utilizada para o transporte de combustível e de cargas em geral como madeira e transporte de passageiro.

A atividade de pesca na Região Hidrográfica Amazônica é uma das principais atividades de obtenção de proteína, principalmente para as comunidades ribeirinhas e comunidades tradicionais que se utilizam das fontes pesqueiras como base de sua alimentação. Face a demanda dos mercados locais devido ao aumento populacional urbano na região, a demanda de pescado tem reduzido e tem se incentivado a atividade de criação de pescado (piscicultura) como alternativa a renovação e manutenção dos estoques naturais (MMA, 2006).

O desenvolvimento de atividades turísticas, especialmente o ecoturismo em um contexto de valorização da riqueza ambiental da Amazônia em um contexto de desenvolvimento sustentável é uma atividade bastante promissora na região. Nos últimos anos, houve investimentos nacionais e estrangeiros em áreas como o baixo curso do rio Tapajós, em Alter do Chão, em Santarém, na Sub-Bacia do rio Tapajós. No Rio Xingu, o turismo fotográfico e de aventuras tem despontado como opção de lazer na região.

A geração de energia a partir da hidroeletricidade está associada ao processo de desenvolvimento da região, juntamente com grandes projetos de mineração. Neste contexto, foram instaladas e estão em fase de instalação várias usinas de geração de energia nas duas Sub-Bacias (Tapajós e Xingu), a exemplo, das Pequenas Centrais Hidrelétricas no Rio Xingu e a construção da Usina de Belo Monte no rio Xingu em Altamira e da UH Braço do Norte no Tapajós.

A maior parte das cidades amazônicas não disponibiliza serviços de coleta e tratamento de efluentes domésticos e muitas vezes, seus esgotos são despejados diretamente nas águas dos rios do entorno dessas cidades. Somam-se a isso, as atividades industriais que despejam seus efluentes nos corpos hídricos para fins de diluição. No estado do Pará, a deficiência de sistema de coleta e tratamento de esgotos nos núcleos urbanos mais populosos, como Altamira, Tucumã e São Félix do Xingu, tende a comprometer a qualidade das águas superficiais, especialmente no que se refere à contaminação fecal, contribuindo para a disseminação de doenças de veiculação hídrica (LEME ENGENHARIA, 2005).

A proteção das comunidades aquáticas, incluindo peixes, assume grande relevância na bacia hidrográfica do Xingu, devido especialmente às extensas áreas ocupadas pelas populações indígenas, cujo modo de vida depende da manutenção desses ecossistemas (LEME ENGENHARIA, 2005).

O crescimento populacional da região em que o Projeto Coringa está inserido tem aumentado a demanda por água para o consumo humano nos espaços urbanos. É o uso consuntivo de

demanda regional mais expressivo. A maior parte dessa demanda é por recursos hídricos subterrâneo, já que a maioria das cidades são abastecidas por fontes de água subterrânea.

O setor agrícola na Amazônia tem se expandido muito, principalmente ao longo dos milhares de quilômetros de novas estradas. Na região de Santarém, Itaituba e Novo Progresso, a agricultura empresarial de grãos: milho soja e arroz tem se expandido nos últimos anos sob influência do estado do Mato Grosso e com isso, a demanda de água para a irrigação tem aumentado muito nessa região do estado do Pará. Associada à atividade agrícola, no consumo de água, está a pecuária, que no modo atual de atividades que compõem o quadro de ocupação da região representa uma fase anterior à agricultura de grande escala. A criação de gado na Amazônia, como de um modo geral, é grande demandadora de água (dessedentação de animais), especialmente na Sub-bacia do rio Xingu.

A mineração tem nos garimpos, bastante dispersos pela região, um atrativo que parece ter se arrefecido nos últimos anos, após sucessivas intervenções do governo federal, fechando alguns pontos de extração, principalmente de ouro e diamante. No entanto, nas Sub-regiões Hidrográficas Tapajós, Xingu e Madeira ainda existe uma atividade garimpeira significativa (MMA, 2006).

4.1.9.2.6 Considerações finais

O diagnóstico da qualidade da água do Projeto Coringa retrata situações distintas da qualidade das águas avaliadas da área do projeto. Há de ressaltar, que os igarapés mantêm sua vegetação marginal ainda em bom estado de conservação e esse fato é imprescindível para o mantimento da qualidade das águas superficiais analisadas.

Os períodos sazonais distintos apontam para resultados contrastantes desses recursos. A forte estiagem da região provocou a secagem de três pontos de monitoramento da qualidade das águas e isto impediu a avaliação da qualidade da água na área de abrangência do projeto.

A falta de chuva contribui para a redução da vazão dos igarapés e com isso vários parâmetros de monitoramentos são naturalmente alterados. Ocorre aumento de condutividade, da salinidade, de sólidos totais dissolvidos, aumento de consumo de OD através da DBO e a consequente redução do OD disponível nesses corpos hídricos. Tais alterações foram observadas, especialmente no ponto P01SUP, que já vinha sendo impactado com a atividade de garimpagem em sua área de drenagem. Tanto a análise individual dos parâmetros como a aplicação do IQA apontam para a redução da qualidade das águas superficiais desse igarapé. Ainda assim, a maioria dos parâmetros avaliados se mostraram em conformidade com os valores de referência das Resoluções do Conama, que definem padrões de qualidade de água superficial e subterrânea.

A atividade de garimpagem observada na campanha do período chuvoso foi um fator complicador observado neste diagnóstico para o ponto P01SUP, que tem impactado visualmente a água desse igarapé, conforme observado in loco e tais impactos foram constatados após a análise de vários parâmetros que se mostraram alterados ao serem comparados com a respectiva resolução e com os demais pontos amostrados. A redução

dessa atividade no leito desse igarapé contribuiu para a redução da turbidez e para a redução dos sólidos em suspensão.

A redução do volume de água nos poços avaliados contribuiu para o aumento da CE, salinidade e concentrações de alguns sais dissolvidos, especialmente o magnésio. Houve melhora na qualidade da água dos poços, no que se refere aos parâmetros biológicos, pois todos se mostraram ausentes nesta última campanha.

4.1.9.3 Diagnóstico de Nascentes

Dentro de uma bacia hidrográfica, a água das chuvas apresenta os seguintes destinos: parte é interceptada pelas plantas, evapora-se e volta para a atmosfera, parte esco superficialmente formando as enxurradas que, através de um córrego ou rio abandona rapidamente a bacia. Outra parte, e a de mais interesse é aquela que se infiltra no solo, com uma parcela ficando temporariamente retida nos espaços porosos, outra parte sendo absorvida pelas plantas ou evaporando-se através da superfície do solo, e outra alimentando os aquíferos, que constituem o horizonte saturado do perfil do solo (LOUREIRO, 1983). Essa região saturada pode situar-se próxima à superfície ou a grandes profundidades e a água ali presente estar ou não sob pressão. Quando a região saturada se localiza sobre uma camada impermeável e possui uma superfície livre sem pressão, a não ser a atmosférica, tem-se o chamado lençol freático ou lençol não confinado (CALHEIROS *et al*, 2004).

Felippe e Magalhães (2013) propõe que a nascente seja vista como um sistema ambiental, onde o afloramento da água subterrânea aconteça naturalmente, onde fluxos hidrológicos na fase superficial são integrados à rede de drenagem.

Nascentes são manifestações superficiais de lençóis subterrâneos que originam os cursos d'água (VALENTE & GOMES 2005). Uma definição semelhante é também mencionada no atual Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651/2012), que distingue nascente de olho d'água nos itens XVII e XVIII do Art. 3º:

XVII - nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;

XVIII - olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;

Desta maneira, o princípio básico adotado neste estudo como critério é a perenidade do afloramento. Embora este estudo seja direcionado às nascentes, foram consideradas as definições dos dois tipos de afloramento natural e suas áreas mínimas à delimitação da Área de Preservação Permanente (APP), citadas no item IV do Art. 4º:

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água **perenes**, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Inciso com redação dada pela Medida Provisória nº 571, de 25/5/2012, convertida na Lei nº 12.727, de 17/10/2012).

As funções da área de preservação permanente são definidas pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012), no artigo 3º:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

O diagnóstico foi definido a partir do estudo sobre o estado de conservação das nascentes e da estrutura de suas matas ciliares, importantes para embasar programas de recomposição desses ecossistemas, pois sua conservação está diretamente relacionada à proteção da formação florestal existentes nas suas margens.

O termo mata ciliar tem sido empregado de forma genérica para definir a cobertura vegetal localizada no entorno de nascentes, lagos e reservatórios e ao longo dos rios; fundamental à preservação dos corpos hídricos.

De acordo com Lima (1986), a manutenção da vegetação em torno das nascentes é muito importante, pois a cobertura florestal influi positivamente na hidrologia do solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento de água nos lençóis, diminuindo a perda de água, bem como o processo de escoamento superficial e, conseqüentemente, os processos erosivos. Segundo o mesmo autor, em áreas com cobertura florestal natural, ou seja, em áreas não perturbadas, a taxa de infiltração de água no solo é normalmente mantida no seu máximo.

A apresentação e avaliação dos afloramentos naturais de água têm como objetivo oferecer um levantamento e diagnóstico da área de influência do projeto, visando o acompanhamento futuro, conforme a legislação ambiental vigente, devido ao potencial modificador decorrente das atividades de implantação do Projeto Coringa.

4.1.9.3.1 Material e Métodos

A metodologia foi aplicada durante o período seco na região, onde foram realizados dois levantamentos: Um no período de 1 à 5 de agosto de 2016 e outro no período de 30/10 à 01/11 de 2017, considerando a condição mais crítica de recarga hídrica, possibilitando perceber com maior clareza se o afloramento é perene ou intermitente, com ou sem formação de curso d'água.

A identificação e as análises do estado de conservação dos afloramentos naturais localizados na área de influência do Projeto Coringa foram feitas diretamente durante visitas de campo, quando foram classificados em nascente ou olho d'água, de acordo com os conceitos mencionados na Lei Nº 12.651/2012. As condições foram registradas em fotografia digital e o georrefenciamento foi feito com aparelho de GPS modelo Garmim GPSmap 64.

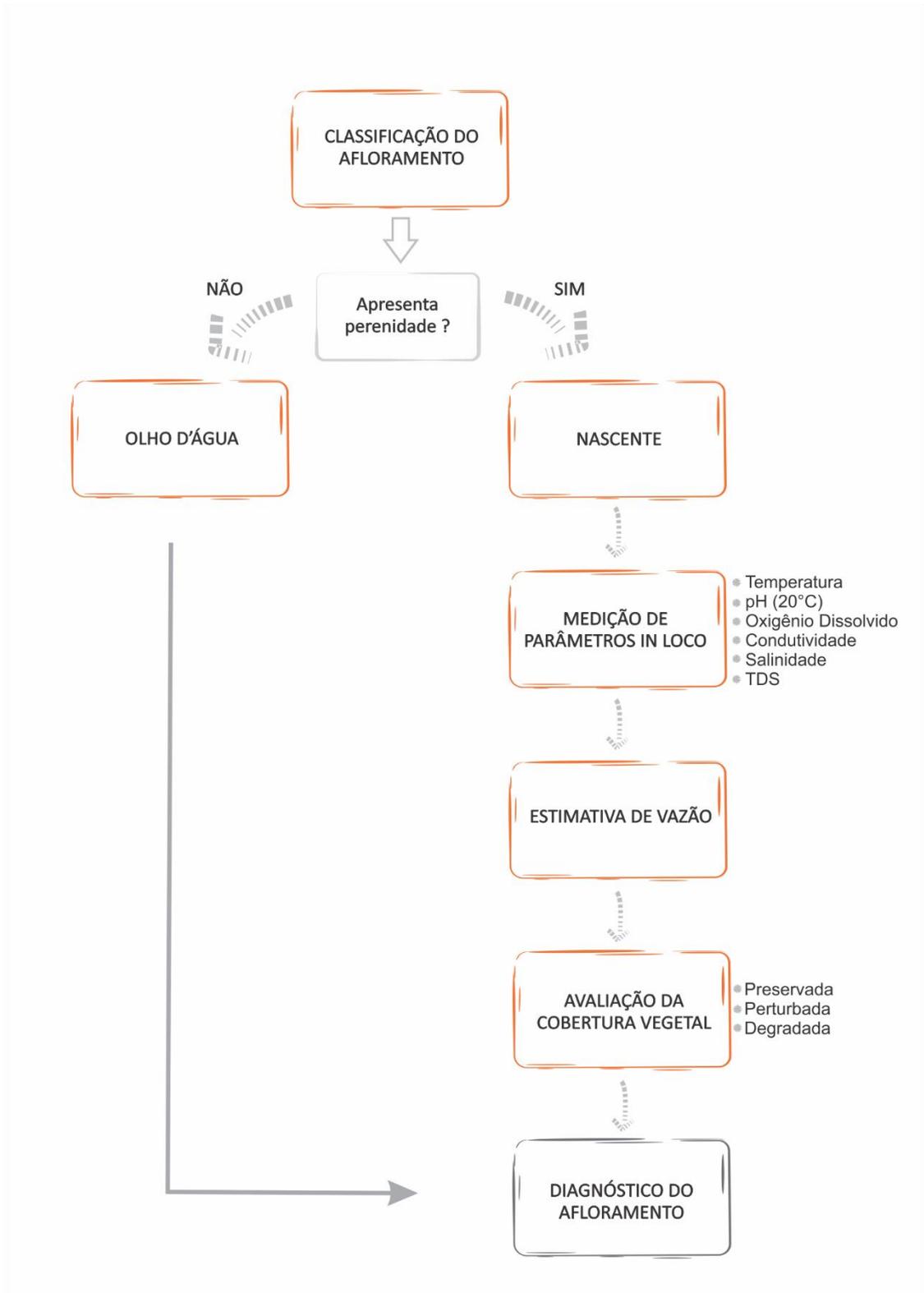
As nascentes foram classificadas em pontuais ou difusas. Como nascentes pontuais são classificadas todas aquelas que apresentaram a ocorrência do fluxo d'água em um único ponto do terreno, localizadas, geralmente, em grotas e no alto das serras. As nascentes são consideradas difusas quando não há um único ponto de vazão definido no terreno, ou seja, quando apresenta diversos afloramentos. A maioria das nascentes desta categoria ocorre nos brejos, voçorocas e matas planas em baixas altitudes.

Segundo Neves *et. al* (2014), as nascentes pontuais ocorrem quando a inclinação da camada impermeável é menor que a inclinação da encosta, permitindo que ocorra seu encontro. Este ponto é responsável pelo afloramento do lençol.

Nascentes difusas ocorrem quando a camada impermeável se encontra paralelamente à parte baixa e plana do terreno, e com a proximidade com a superfície ocorre fluxo de água da encosta para o lençol freático, promovendo aumento da água no lençol atingindo a superfície do solo causando encharcamento e surgimento de pequenas nascentes por toda a área do entorno (LOUREIRO, 1983).

Para classificar quanto ao estado de conservação, foram adotados critérios de (1) qualidade da água, (2) estimativa do fluxo de água e da (3) cobertura vegetal da nascente. Na Figura 4.1-164 é apresentado o resumo da metodologia aplicada neste estudo, conforme descrição que segue.

Figura 4.1-164 - Procedimento metodológico ao diagnóstico de afloramentos naturais.



● Qualidade da água

Para analisar a água foi utilizado o critério de observação direta (visual), além da medição *in loco* dos parâmetros oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade, salinidade e TDS – sólidos totais dissolvidos; medidos pela equipe da TERRA LTDA.

O potencial hidrogeniônico (pH) refere-se aos constituintes de íons de hidrogênio, resultando em acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (SPERLING, 2005). Uma água com pH igual a 7 possui neutralidade, ou seja, mostra um equilíbrio entre íons H⁺ e OH⁻. A água da nascente em estudo indicou o valor de 5,5, e temperatura da água de 27,1 °C.

O pH é uma importante variável ambiental e de difícil interpretação diante de muitos fatores que podem influenciá-lo. Ele é um dos fatores que podem modificar a qualidade da água, por motivo da influência nos processos biológicos e toxicidade de alguns compostos presentes nele. Os valores de pH distantes da amplitude de neutralidade podem afetar a vida aquática e os valores elevados estão associados a proliferação de algas (SPERLING, 2005).

A condutividade elétrica, ou condutância específica, é um indicador da salinidade resultante da concentração de sais, ácidos e bases nas águas naturais (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008, p. 107). A concentração de íons dissolvidos é o fator determinante da condutividade, pois a condutividade de uma solução é a capacidade de conduzir corrente elétrica, em função da concentração iônica presente em espécies químicas, tais como cálcio, magnésio, potássio, carbonatos, loretos etc., conforme ZUCCARI (1992, p.79).

Segundo Tundisi e Matsumura Tundisi (2008) os sólidos totais dissolvidos (STD) incluem todos os sais presentes na água e os componentes não iônicos; compostos orgânicos dissolvidos também contribuem. Os valores STD tem correlação direta e proporcional com a condutividade elétrica devido à concentração de íons presente nas amostras.

Foram utilizados equipamentos e soluções conforme descrição apresentada no Quadro 4.1-26. Os equipamentos mencionados são calibrados periodicamente e antes de cada campanha de amostragem, conforme o descrito nos manuais do fabricante.

Os parâmetros analisados para água superficial foram comparados com valores máximos permitidos (VMP) pelo CONAMA 396 de 3 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

Quadro 4.1-26 - Equipamentos utilizados para as medições em campo.

PARÂMETRO	MODELO DO EQUIPAMENTO	SOLUÇÃO DE CALIBRAÇÃO
Temperatura	HI 9142 – HANNA	solução HI 7040
pH	AK95 – AKSO	solução pH 4,01 e solução pH 7,01
Oxigênio Dissolvido	HI 9142 – HANNA	solução HI 7040
Condutividade	AK50 – AKSO	solução 1413 µS/cm
Salinidade	AK50 – AKSO	solução 1413 µS/cm
STD	AK50 – AKSO	solução 1413 µS/cm

● Estimativa de fluxo de água

A estimativa de vazão nas nascentes foi realizada por meio do método da medição direta em tubulação de extravasamento ou método similar. A medição direta em tubulação de extravasamento é realizada com o auxílio de cronômetro digital, calculadora e recipiente plástico milimetrado. Com base na coleta da água do fluxo da nascente, pela metodologia de Pinto et al. (2004), em que a vazão é igual ao volume da água (L), dividido pelo tempo (s), dividido pelo número de medições (adotado 6 medições).

$$Q = \frac{\left[\sum \left(\frac{v}{t} \right) \right]}{n}$$

Onde:

Q é a vazão média observada (L/s);

v é o volume de água (em litros);

t é o tempo (em segundos); e

n é o número de medições.

Porém, para as nascentes sem estrutura de tubulação, é necessário fazer intervenção temporária, com PVC ou estrutura que proporcione a concentração da vazão em um único ponto de saída, possibilitando assim a coleta e medição.

● Cobertura vegetal

Para a cobertura vegetal da nascente foi avaliado: o estado de conservação da cobertura vegetal da mesma, estabelecido por Pinto *et al.* (2005) como segue:

Figura 4.1-165 - Classificação de acordo com cobertura vegetal.

Nascente Preservadas

Foram classificadas aquelas que apresentam pelo menos 50 metros de vegetação natural ao seu redor e não apresentam sinais de perturbação ou degradação;

Nascente Perturbadas

Aquelas que não possuem 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas exibem bom estado de conservação;

Nascente Degradadas

Aquelas que se encontram com alto grau de perturbação, muito pouco vegetadas, solo compactado, e com erosões.

Fonte: Adaptado de Pinto et al. (2005)

4.1.9.3.2 Resultados

No total foram levantados em campo 25 afloramentos. Sendo 4 (quatro) nascentes e 21 (vinte e um) olhos d'água. A disposição espacial dos afloramentos pode ser verificada na Figura 4.1-166. Os afloramentos classificados como nascentes serão abordados em um tópico e os olhos d'água em outro.

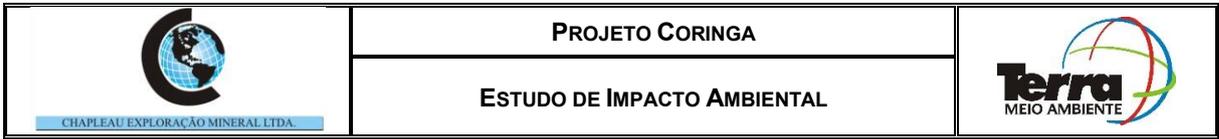


Figura 4.1-166 - Mapa de localização dos afloramentos identificados na área de influência do projeto.

FIGURA EM A3

● Nascentes

Foram identificadas 4 (quatro) nascentes na área de influência do projeto, 3 (três) na Área de Influência Indireta, e outra próxima a All conforme o mapa de localização da Figura 4.1-166. Na Tabela 4.1-21 são apresentadas as coordenadas das nascentes identificadas.

Tabela 4.1-21 Coordenadas dos pontos identificados como nascentes

PONTO	ÁREA DE INFLUÊNCIA	ESTE	NORTE
21	Próximo à All	715964	9159343
22	All	716894	9161868
23	All	717122	9162128
25	All	717239	9162220

● Ponto N01 (Ponto 21)

A nascente localizada no ponto N01 surge em um único ponto devido à leve inclinação, sendo classificada como nascente pontual. O afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de seca. A APP desta nascente é classificada como perturbada.

Esta nascente dá origem a um filete de água de 0,02L/s, cuja baixa vazão resulta em um curso d'água reduzido, que possivelmente representaria um curso maior, caso tivesse uma maior reposição hídrica. Os parâmetros medidos in loco na nascente do ponto N01 apresentaram resultados conforme o indicado na Tabela 4.1-22.

Tabela 4.1-22 - Caracterização da qualidade da água e da vazão média observada na nascente localizada no ponto N01

pH	T °C	CE µS/CM	SAL Ppm	STD mg/L	OD mg/L	Q L/s
4,46	24	14	10	8	2,9	0,02

Os valores encontrados para a condutividade elétrica, salinidade e sólidos totais dissolvidos (Tabela 4.1-22) são comparáveis entre si. A concentração de oxigênio dissolvido medida foi de 2,9 mg/L.

Figura 4.1-167 - Registro fotográfico N01.



(a)



(b)



(c)



(d)

● Ponto N02 (Ponto 22)

A nascente localizada no ponto N02 está localizada em terreno declivoso, a nascente surge em um único ponto devido à inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta, sendo classificada como nascente pontual.

A APP desta nascente, além de já alterada, foi tomada por severa queimada poucos dias antes da visita de campo, sendo classificada como degradada em função do seu alto grau de perturbação, conforme pode ser observado no registro fotográfico da Figura 4.1-168.

De acordo com Santos *et al.* (2012), a presença das cinzas na água contribui para alteração dos parâmetros físico-químicos, podendo assim causar alterações na qualidade da água, e

na sobrevivência de espécies aquáticas. Os parâmetros medidos in loco na nascente do ponto N02 exibiram resultados conforme apontado na Tabela 4.1-23.

Tabela 4.1-23 - Caracterização da qualidade da água e da vazão média observada na nascente localizada no ponto N02

pH	T °C	CE μS/CM	SAL Ppm	STD mg/L	OD mg/L	Q L/s
6,02	31,2	49	26	34	4,6	4,8

Figura 4.1-168 - Registro fotográfico N 02.



(a)



(b)



©

(d)

O afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de seca. Esta nascente dá origem a um filete de água de 4,8L/s, que possivelmente representaria um curso d'água maior, se não fossem as condições atuais.

● **Ponto N03 (Ponto 23)**

A nascente localizada no ponto N03 configura uma nascente pontual. A APP desta nascente também se encontra com alto grau de perturbação, sendo classificada com degradada, em função de ter sido atingida pela mesma queimada que alcançou a Nascente 02, conforme o registro fotográfico apresentado na Figura 4.1-169.

O afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de recarga hídrica mínima. Esta nascente dá origem a um filete de água de 0,55L/s, que possivelmente representaria um curso d'água maior, se não fosse pelo cenário apresentado.

Os parâmetros medidos in loco na nascente do ponto N03 apresentaram resultados conforme o indicado na Tabela 4.1-24.

Tabela 4.1-24 - Caracterização da qualidade da água e da vazão média observada na nascente localizada no ponto N03

pH	T °C	CE µS/CM	SAL Ppm	STD mg/L	OD mg/L	Q L/s
5,99	33,5	56	27	40	2,2	0,55

Figura 4.1-169 - Registro fotográfico N 03.



(a)



(b)



(d)



(c)

● Ponto N04 (Ponto 25)

A nascente situada no ponto N05 é um afloramento classificado como pontual, pois a ocorrência do fluxo d'água em um único ponto do terreno; e perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo na estação seca.

Esta nascente dá origem a um filete de água de 0,62L/s. Este filete alimentava um corpo hídrico próximo ao local. Contudo, no momento do campo, o mesmo encontra-se seco (Figura 4.1-170c). De acordo com informações de conhecedores da região, esse curso d'água não tinha secado durante os anos anteriores. Os parâmetros medidos in loco na nascente do ponto N05 apresentaram resultados conforme o indicado na Tabela 4.1-25.

Tabela 4.1-25 - Caracterização da qualidade da água e da vazão média observada na nascente localizada no ponto N05.

pH	T °C	CE µS/CM	SAL Ppm	STD mg/L	OD mg/L	Q L/s
6,74	19,5	29	15	21	5,3	0,62

De acordo com cobertura vegetal, o afloramento é classificado como perturbado.

Figura 4.1-170 - Registro fotográfico N 04.



(a)



(b)



(c)



(d)

O Quadro 4.1-27 apresenta uma síntese das principais características das nascentes identificadas.

Quadro 4.1-27 - Resumo das principais características das nascentes.

AFLORAMENTO	PONTO NO MAPA	CLASSIFICAÇÃO	APP REQUERIDA	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
Nascente 1	Ponto 21	Pontual	Raio 50m	Perturbada
Nascente 2	Ponto 22	Pontual	Raio 50m	Degradada
Nascente 3	Ponto 23	Pontual	Raio 50m	Degradada
Nascente 4	Ponto 25	Pontual	Raio 50m	Perturbada

● Olho d'água

No trabalho de campo foram levantados alguns pontos onde poderiam ser encontrados afloramentos, contudo grande parte encontrava-se seco, caracterizando como olho d'água, como pode ser observado na Figura 4.1-171. No período de agosto de 2016, a região de Novo Progresso e Altamira passou por um grande período de seca, com altas temperaturas e precipitação mínima.

Alguns pontos não foram relacionados com as drenagens, pois não estavam identificados na base oficial da ANA (Agência Nacional de Águas) e nem possuíam designações ou “apelidos” conhecidos.

Figura 4.1-171 - Olhos d'água.



Ponto 1



Ponto 1



Ponto 2



Ponto 2



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Ponto 3



Ponto 3



Ponto 4



Ponto 4



Ponto 5



Ponto 5



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Ponto 6



Ponto 6



Ponto 7



Ponto 7



Ponto 8



Ponto 8



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Ponto 9



Ponto 10



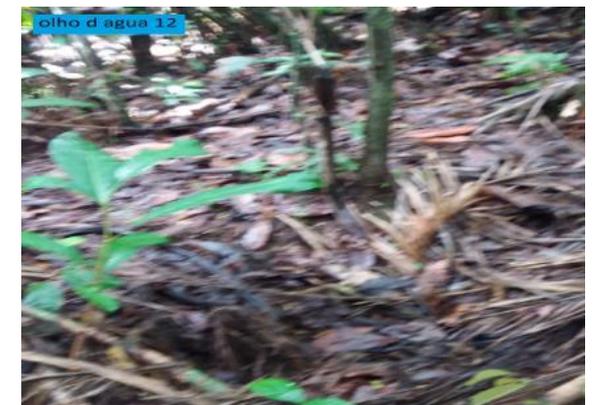
Ponto 10



Ponto 11



Ponto11





CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Ponto 12



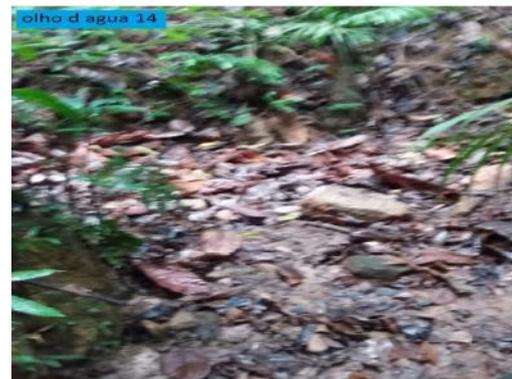
Ponto 12



Ponto 13



Ponto 13



Ponto 14



Ponto 14



Ponto 15



Ponto 15



Ponto 16

Ponto 16



CHAPLEAU EXPLORAÇÃO MINERAL LTDA.

PROJETO CORINGA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Ponto 17



Ponto 17



Ponto 18



Ponto 18



Ponto 19



Ponto 19



Ponto 20



Ponto 20

Na Tabela 4.1-26 temos as coordenadas dos afloramentos identificados nas áreas de influência.

Tabela 4.1-26 - Coordenadas dos afloramentos identificados

PONTO MAPA	CLASSE	ESTE	NORTE
1	Olho d'agua	715.665,573	9.163.439,196
2	Olho d'agua	715.146,047	9.164.725,752
3	Olho d'agua	715.925,417	9.165.054,356
4	Olho d'agua	715.800,350	9.165.456,523
5	Olho d'agua	713.666,948	9.167.735,152
6	Olho d'agua	715.964,847	9.168.666,580
7	Olho d'agua	716.928,758	9.162.980,700
8	Olho d'agua	716.464,238	9.163.086,978
9	Olho d'agua	716.244,687	9.163.263,402
10	Olho d'agua	715.226,652	9.163.083,057
11	Olho d'agua	714.900,049	9.163.682,927
12	Olho d'agua	716.629,122	9.164.157,556
13	Olho d'agua	715.167,844	9.165.180,875
14	Olho d'agua	713.895,423	9.164.729,868
15	Olho d'agua	713.772,130	9.164.955,444
16	Olho d'agua	714.190,975	9.165.265,167
17	Olho d'agua	714.290,174	9.165.595,128
18	Olho d'agua	713.870,128	9.166.018,833
19	Olho d'agua	715.544,171	9.167.896,943
20	Olho d'agua	713.094,795	9.169.038,921
21	Nascente	715963,8843	9159343,133
22	Nascente	716894,0385	9161867,576
23	Nascente	717121,708	9162128,039
24	Olho d'agua	715232,1594	9166333,69
25	Nascente	717239,3448	9162220,202

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACÚSTICA E RUÍDOS. Capítulo 6. S.d. 2006. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/Apostila/Capitulo%2006.pdf>>; Acesso em: 26 mar. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema de Informações Hidrológicas** (HidroWeb). Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 10/09/2013.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Rio Aripuanã, sul do Amazonas. In: BRASIL. Dep. Nac. de Prod. Min. Div. Geol. Mineral. Relatório Anual do Diretor, 1957. Rio de Janeiro, 1958. p.91-93
- ALMEIDA, M.E., SOARES, M.E., BRITO, M.F.L., FERREIRA, A.L. & MONTEIRO, M.A.S. 2000. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós. Geologia e Recursos Minerais da Folha Vila Mamãe Anã, SB. 21-V-D. Estado do Amazonas e Pará. Escala 1: 250.000. Nota Explicativa, Manaus: CPRM.
- ALMEIDA, M.E.; BRITO, M.F.L.; MACAMBIRA, M.J.B. Caróçal Granite: 207Pb/206Pb evaporation age in post-collisional granitoids of Tapajós Gold Province, Amazonian region, Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 2, Córdoba, 1999a. Actas...Córdoba, p. 3-6.
- AMANAJÁS, J. C; BRAGA, C. C. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia Oriental utilizando análise multivariada. **Revista Brasileira de Meteorologia**, vol.27, n.4. São Paulo, Dec. 2012.
- ARAUJO, M.G.S.; ALVES, E.S.; CAMPOS, M.S.; MONTEIRO, N.B. Delimitação e caracterização morfométrica da sub-bacia da foz do rio Iriri no município de Altamira-Pará-Amazônia. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto Alegre/RS. **IBEAS**, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 10151:2000**. Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. ABNT NBR 10151:2000 Versão Corrigida: 2003
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10562**: Calibração de vazão, pelo método da bolha de sabão, de bombas de baixa vazão utilizadas na avaliação de agentes químicos no ar, 30 de dezembro de 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10736**: Material particulado em suspensão na atmosfera: determinação da concentração de fumaça pelo método da refletância da luz, setembro de 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11050**: Pasta pigmentada – Determinação do teor de matéria volátil, abril de 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12979**: Determinação da concentração de dióxido de enxofre, pelo método do peróxido de hidrogênio, setembro de 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13412**: Material particulado em suspensão na atmosfera: determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial e partículas, junho de 1995.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9547**: Material particulado em suspensão no ar ambiente: Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume, 30 de outubro de 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. NBR 9653: Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Setembro de 2005.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease. Registry Toxicological Profile For Chromium. Syracuse: US. Department of Health & Human Service, 2000.
- ATTEWELL, P. B.; SELBY, A. R.; O'DONNELL, L. Estimation of Ground Vibration Form Driving Piling Based on Statistical Analyses of Recorded Data. Geotechnical and Geological Engineering, v. 10, n. 1, p. 41-59, 1992.
- ATTEWELL, P. B.; SELBY, A. R.; UROMEIHY, A. Appraisal of Ground Vibration Form Civil Engineering Construction. International Journal of Mining and Geological Engineering, v. 7, p. 183-208, 1989.
- AZEVEDO, F.A; NASCIMENTO, E.S; CHASIN, A. (Caderno de Meio Ambiente) Aspectos Atualizados dos Riscos Toxicológicos do Mercúrio. TECBAHIA R. Baiana Tecnol. v. 16, n. 3, p.87 a 104, 2001
- BAHIA, R.B.C.; QUADROS, M.L. do E.S. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós. Geologia e recursos minerais da Folha Caracol (SB.21-X-C). Estado do Pará. Escala 1:250.000. Nota explicativa. Porto Velho, CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2000.
- BAHIA, V.; FENZL, N.; MORALES, G.P. Caracterização da qualidade das águas subterrâneas da bacia hidrográfica do Utinga/Belém (PA) – A partir de dados hidrogeoquímicos. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2008.
- BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. Poluição, proteção e usos múltiplos de represas. São Paulo, CETESB, 1977. p. 7-25, 37-39.
- BRASIL, **LEI Nº 12.651**, Novo Código Florestal. Presidência da República. Casa Civil. 2012.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION – Guide to Evaluation of Human Exposure to Vibration in Buildings (1 Hz to 80 Hz) – (1989).
- BRITO, M.A.G. de. Geologia do garimpo de ouro Mariana Pindaré, região do médio rio Tapajós (PA). Departamento de Geociências, Universidade do Amazonas, Amazonas, Trabalho final de graduação. 40p. 1997.
- CALHEIROS, R. de Oliveira et al. Preservação e Recuperação de Nascentes. In: Comitê das Bacias Hidrográficas do Rios PCJ - CTRN, Piracicaba, Brasil, 2004, 40 p.
- CARMO, L. I. C. **Efeitos do Ruído Ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas**. CEFAC. Monografia de conclusão do Curso de Especialização em Audiologia Clínica. Centro de Especialização em fonoaudiologia Clínica - Audiologia Clínica. Goiânia, 1999.
- CARVALHO, A. M. G., 1989: Conexões entre a circulação em altitude e a convecção sobre a América do Sul. Dissertação de Mestrado/INPE, São José dos Campos, 1989. Jones, C ; Horel, J.D. 1990. A note on the upper level divergence field over South America during the summer season. Revista Brasileira de Meteorologia, 5(2):411-416.

- CAVALCANTI, I. F. A. et al. Tempo e Clima no Brasil. Oficina de texto, SP. 2009. Doty, B.E.; Kinter III, J.L.; Fiorino, M.; Hooper, D.; Budich R.; Winger K.; Schulzweida, U.; Calori, L.; Holt, T.; K. Meier, K. The grid analysis and display system (GrADS): An update for 1997. In: International Conference on IIPS for Meteorology, Oceanography and Hydrology, 13, 1997, Longbeach. Proceedings... Longbeach: American Meteorological Society, 1997, p.117.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Ficha de informações Toxicológicas: cianeto: CETESB, 2014.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas interiores de São Paulo: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2009.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de Qualidade de águas superficiais: apêndice C- Índices de Qualidade de águas: São Paulo: CETESB, 2013.
- CETESB. Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2014, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: nov 2015.
- CETESB: COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L8.012:** Material particulado em suspensão na atmosfera: determinação da concentração pelo método da refletância da luz: método de ensaio, maio de 1986.
- CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. CONAMA
- CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008. CONAMA
- CONAMA; Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 003**, “Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR”, 28 de junho de 1990.
- COUTINHO, M.G. da N.; LIVERTON, T. e SOUZA, E.C. de. Granitic magmatism and related gold mineralization in the Tapajós Mineral Province, Amazonian Area, Brazil. 2nd International Symposium on Granites and Associated Mineralizations, Salvador–BA, 1997, p.46-7.
- DA SILVA, L. M.; COHEN, J. C. P. **Circulações Locais em Bragança**. 2006. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/rcientifica/cabecalho.php?conteudo=15.112>>. Acesso em: 10/09/2013.
- DALLORA NETO, C. Análise das vibrações resultantes do desmonte de rocha em mineração de calcário e argilito posicionada junto à área urbana de Limeira (SP) e sua aplicação para a minimização de impactos ambientais. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- DANA, S. S. et, al. Universidade Versus Ruído – Diagnóstico e Controle a Serviço da Comunidade. **I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. UFPB - Universidade Federal da Paraíba. Área Temática: Tecnologia. S.d. Disponível <www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu_anais/anais/tecnologia/ruído.pdf>. Acesso: 22/03/2016
- DE PONTES, J.C Impactos de Vizinhança Proporcionados Pelo Desmonte de Rochas com Uso de Explosivos: Estudo de Caso a Mineração Dantas Gurgel & CIA LTDA, Caicó-RN. 2013. 86 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais PósGraduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000. 164 p.
- EBY, G.N. The A-type granitoids: A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations of their petrogenesis. *Lithos*, v.26, p.115-134, 1990.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.: il.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília. Embrapa, 2014
- EMBRAPA. Solo para todos: perguntas e respostas. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2014.
- EMBRAPA. Zoneamento ecológico-econômico da Zona Oeste do Estado do Pará. Belém, PA, v. 1, Embrapa Amazônia Oriental, 2010.
- ENERGÉTICA. APV TRIGÁS: **manual de operação**. Rio de Janeiro, 2015. 93 p. Disponível em: <<http://www.energetica.ind.br/biblioteca/tipo/manuais/>>. Acesso em: 28 març. 2016.
- ENERGÉTICA. OPS/OMS: **manual de operação**. Rio de Janeiro, 2012b. 88 p. Disponível em: <<http://www.energetica.ind.br/biblioteca/tipo/manuais/>>. Acesso em: 28 març. 2016.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy. Washington D. C. 1994, 306 p.
- ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. *Interciência*, Rio de Janeiro. 602 pp.
- ESTON, S.M., Uma análise de nível de vibração associados a detonações. São Paulo, 125p. Tese (livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.
- FELIPPE, M.F.; JUNIOR, A.P.M. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Geografias**, v. 9, n. 1, 2013.
- FENZL, Norbert. **Introdução a Hidrogeoquímica**. Universidade Federal do Pará, Gráfica e Editora Universitária, 189 p., 1986.
- FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Poluentes – fontes e efeitos**. Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/poluentes.asp>>. Acesso em: 28 março. 2016.
- FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Poluentes – fontes e efeitos**. Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/poluentes.asp>>. Acesso em: 28 març. 2016.
- FERNANDES, C.M.D. 2009. Estratigrafia e petrogênese das sequências vulcânicas paleoproterozóicas na região de São Felix do Xingu (PA), Província Mineral de Carajás. 2009, 170p. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FERREIRA, A.L., ALMEIDA, M.E., BRITO, M.F.L. & MONTEIRO, M.A.S. 2000. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós. Geologia e Recursos Minerais da Folha Jacareacanga, SB.21-Y-B. Estado do Amazonas e Pará. Escala 1: 250.000. Nota Explicativa. Manaus: CPRM, 2000.
- FERREIRA, A.L.C. Análise dos impactos de vibrações e ruídos em estruturas próximas de áreas de lavra com desmonte de rocha com explosivo. *Tecnologia da Mineração*. p. 20, 2015.

- GAGLIANONE, S. Exames de águas. In: Técnica de abastecimento e tratamento de água. São Paulo, CETESB, 1976. p. 69-106.
- GANDU, A. W.; SILVA DIAS, P. L. Impact of tropical heat sources on the South American tropospheric upper circulation and subsidence. *Journal of Geophysical Research*, v. 103, p. 6001-6015. 1998.
- GANDÚ, ^a; P.L. SILVA DIAS, 1994: Simulação numérica da influência da convecção no Pacífico e na África sobre a circulação na América do Sul. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belo Horizonte, 1994.
- GONÇALVES, J. C. S. I.; DIBIAZI, A. L. B.; SOUZA, A. D. G.; PENNER, G. C. O uso do modelo QUAL2K como subsídio à seleção de alternativas de tratamento de esgotos - Estudo de Caso: Município de São Simão-SP. *Revista Uniara*, v. 12, n. 2, p. 37-54, 2009.
- HOREL, J. D.; HAHMANN, A.N.; GEISLER, J. E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. *Journal of Climate*, 2(11), 1388 - 1403, 1989.
- HSDB, Hazardous Substance Data Bank. Copper. In: TomesTM Sistem. Toxicological, occupational medicine and environmental series. Englewood. Micromedex, 2000 - CD-ROM.
- IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Indicadores da qualidade do ar**. Paraná, 2016a. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=59>>. Acesso em: 28 març. 2016.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Manuais Técnicos em Geociências – Manual Técnico de Pedologia - 3. ed. Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 430 p.;n. 4).
- INMET. Normais climatológicas. 155p. 1992
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10/06/2017.
- INTERNATIONAL STANDARD - ISO 2631-2 – Evaluation of human exposure to whole – body vibration – Part 2: Continuous and shock- induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 2003.
- JULIANI, C; RYE, R.O.; NUNES, C.M.D; SNEE, L.W.; CORREA SILVA, R.H., MONTEIRO, L.V.S.; BETTENCOURT, J.S.; NEUMANN, R.; NETO, A.A. 2005. Paleoproterozoic high-sulfidation mineralization in the Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brazil: geology, mineralogy, alunite argon age, and stable-isotope constraints. *Chemical Geology*, v. 215, p. 95-125.
- KLEIN, E.L., ALMEIDA, M.E., VASQUEZ, M.L., BAHIA, R.B.C., QUADROS, M.L. do E.S. & FERREIRA, A.L. 2000. PROMIN - Tapajós. *Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral do Tapajós. Estados do Pará e do Amazonas. Escala 1:500.000. Nota Explicativa*. Belém: CPRM, 104 p.
- LAMARÃO, C.N.; DALL'AGNOL, R.; LAFON, J.M; LIMA, E.F. 2002. Geology, geochemistry and Pb-Pb zircon geochronology of the paleoproterozoic magmatism of Vila Riozinho, Tapajos Gold Province, Amazon Catron, Brazil. **Precambrian Research**, v. 119, p. 189-223.
- LAMARÃO, C.N.; DALL'AGNOL, R.; PIMENTEL, M.M. Nd isotopic composition of Paleoproterozoic volcanic rocks of Vila Riozinho: implications for the crustal evolution of the Tapajós gold province, Amazon craton. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 18, p. 277-292.

- LEME Engenharia Ltda. Sumário: diagnóstico ambiental. 2005. Disponível em <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/BM/DocsOf/EIA-09/Vol%2005/AAR%20MEIO%20FISICO/TEXT0/AAR%20MEIO%20FISICO.pdf>. Acesso em 18/05/2015.
- LEPSCH, I. F. 19 Lições de Pedologia. 1. ed. [S.l.]: Oficina de Textos, 2011
- LIEBMANN B.; SMITH C. A. Description of a Complete (interpolated) Outgoing Longwave Radiation Dataset. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 77, p. 1275–1277, 1996.
- LIMA, W. de P. Princípios de hidrologia vegetal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. p.242, Apostila
- LOUREIRO, B. T. Águas Subterrâneas, Irrigação: produção com estabilidade. Informe Agropecuária Hoje, v. 9, p. 48-52, 1983.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia. Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília, 2006.
- MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, A.C.L.; COSTA, M.H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica**. vol. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.
- MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997. 292p.
- NASCIMENTO, M. do P.S.C.B. do; NASCIMENTO, H.T.S. do; FERNANDES, C.D. Rendimento forrageiro e teores de calcio e fosforo em Stylosanthes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUCAO ANIMAL, 1., 1998. Fortaleza-CE. Resumos... Fortaleza:SNPA, 1998. v.2, p.75
- NCEP (National Centers for Environmental Prediction National Center for Atmospheric Research). Disponível em: <<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.gpcp.html>>. Acessado em 19/01/2016.
- NEVES, L.S.; SOUZA-LEAL, T.; BORIN, L.; CAVALCANTE, V.R.; ROSSETO, L.; PASCOTTI, D.P.; MORAES, C.P. Nascentes, áreas de preservação permanentes e restauração florestal: Histórico da degradação e conservação no Brasil. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.7, n.3, p. 747-760, 2014.
- PAOLIELLO, M.M.B; CHASIN, A.A.M. Ecotoxicologia do Chumbo e seus compostos. (Cadernos de Referência Ambiental). CRA: Salvador, 2001. v. 3. 144 p.
- PERSSON, P. A; HOLMBERG, R.; LEE, J. Rock Blasting and Explosives Engineering. Boca Raton, Florida: CCR Press, 531 p., 1994.
- PESSOA, M.R., ANDRADE, A.F. de, NASCIMENTO, O,J.O. do, SANTOS, J.O.S., OLIVEIRA, A,J.R. de, LOPES, R. da C. & PRAZERES, W.V. 1977. Projeto Jamanxim. Relatório Final. Manaus: DNPM/ CPRM, 8 v.
- PINTO, L.V.A. et al. Estudos das nascentes da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. Scientia Forestalis. Nº 65. P. 197-206. 2004.
- PIVELI, R.P. Qualidade das águas e poluição: Aspectos físico-químicos. Aula 8: Ferro, Manganês e Metais pesados em água. Disponível em: <http://www.pha.poli.usp.br/default.aspx?id=26&link_uc=disciplina>. Acesso em: 01/07/2017.
- PRADO, H. do. Solos tropicais: potencialidades, limitações, manejo e capacidade de uso. Piracicaba, p. 166, 1995.

- QUADRO, M. F. L.; DE ABREU, M. L. Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul. **Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia - CBMET.** Belo Horizonte - MG, 1994.
- QUADROS, M. L. do E. S.; BAHIA, R. B. C.; KLEIN, E. L.; VASQUEZ, M. L.; ALMEIDA, M. E.; RICCI, P. dos S. F.; MONTEIRO, M. A. S. As intrusões básicas da Província Mineral do Tapajós (PMT) e possibilidades de mineralizações associadas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6, Manaus, 1999. Boletim de resumos expandidos...Manaus: SGB, 1999, p. 566-569
- RADAMBRASIL, **Projeto. Geomorfologia.** Departamento Nacional da Produção Mineral. Folhas: NA-21, NA-22, SA-21, AS-22, AS-23, SB-21, SB-22, SB-23, SC-21, SC-22. (Levantamento de Recursos Naturais). 1975.
- REIL, J.P., Why people complain about blasting. *Rock Products*. p.40–44 (1998).
- ROCHA, E. J. P. Balanço de Umidade e Influências de Condições de Contorno Superficiais Sobre a Precipitação da Amazônia. 2001. 210 f. (Tese de Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo, 2001.
- ROCHA, Josan Flávio Gonçalves da. Solos da região sudeste do Município de Santarém, estado do Pará: Mapeamento e Classificação. 2014, 50-P Dissertação Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Processos de Interação da Biosfera e Atmosfera. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Santarém, Pará, 2014.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137. 1998.
- SABESP. Norma Técnica Interna SABESB – NTS 013: Sólidos, Método de Ensaio. São Paulo, 1999.
- SÁNCHEZ, L.E. Ruído y Sobrepresión atmosférica. In: REPETTO, F.L. & KAREZ, C.S (Eds), Aspectos Geológicos de protección ambiental. Montevideo: PNUMA/UNESCO e Instituto de Geociência/UNICAMP, V.1, p.189-196, 1995.
- SANTANA, E.; CUNHA, K.B.; FERREIRA, A.L.; ZAMBONI, A. **Padrões de qualidade do ar: experiência comparada Brasil, EUA e União Européia.** São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2012.
- SANTOS, H.G.; FIDALGO, E.C.C.; ÁGLIO, M.L.D. Solos. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fesi63xh02wx5eo0y53mhyx67oxh3.html>>. Acesso em: 01/07/2017.
- SANTOS, H.V.R. Reuso não potável de água em edifícios. 2012. 51 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2012.
- SANTOS, J.O.S. & LOGUERCIO, S.O.C. A parte meridional do Cráton Amazônico (Escudo Brasil-Central e as bacias do Alto-Tapajós e Parecis-Alto Xingu. In: C. C. Schobbeunhaus, D.A., Derze G.R., Asmus H.E (Coord.) Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais. Escala 1:250.000. Brasília. DNPM, p. 93-127, 1984.

- SANTOS, J.O.S. New understanding of the Amazon Craton Gold Provinces. In: New developments in Economic Geology. Centre for Teaching and Research in Strategic Mineral Deposits. University of Western Australia, Perth. 1999. 10p.
- SANTOS, J.O.S., HARTMANN, L.A., GAUDETTE, E.H.E., GROVES, D.I., MCNAUGHTON, N.J. & FLETCHER, I.R. 2000. New understanding of the province of the Amazon craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. Mineralium Deposita (in press).
- SANTOS, J.O.S.; HARTMANN, L.A.; GAUDETTE, H.E.; GROVES, D.I.; MCNAUGHTON, N.J.; FLETCHER, I.R. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. Gondwana Research, v. 3, p. 453-488, 2000.
- SATO, K.; TASSINARI, C.C.G. Principais eventos de acreção continental no Cráton Amazônico, baseado em idade modelo Sm-Nd, calculada em evoluções de estágio único e estágio duplo. In: M.L. Costa & R.S. Angélica (Coord.) Contribuições à geologia da Amazônia. p.:91-142. 1997.
- SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Belém, Pará, 2012.
- SILVA DIAS, P. L. **As chuvas de março de 1991 na região de São Paulo**. Climanálise, 44-59, Maio de 1991
- SILVA, C.S.; PEDROZO, M.F.M. Ecotoxicologia do cromo e seus compostos. (Cadernos de Referência Ambiental). CRA: Salvador, 2001. v. 5. 100 p.
- SILVA, G.G. da, LIMA, M.I.C., ANDRADE, A.R.F.de, ISSLER, R.S. & GUIMARÃES, S.G. 1974. Geologia. Folha SB. 22 Araguaia e parte da Folha SC. 22 Tocantins. In: BRASIL. DNPM. Projeto RADAM. Rio de Janeiro: DNPM, 1-172. (Levantamentos de Recursos Minerais, 4).
- SILVA, P.R. Os rios paraenses: uma breve descrição potamográfica. Boletim Amazônico de Geografia, Belém, v. 01, n.02, p. 88-104, 2014.
- SOUZA, A.K.P.; BATISTA, G.T. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Alto Rio Jamanxim, Pará, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v.2, n.2, p.69-87, 2007.
- THORTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. The water balance. Publications in Climatology, Centerton, v.3, n.10, p.1-104. 1955.
- TODESCHINI, M. L. Dinâmica espacial e temporal das características físicas e químicas do rio Cubatão e distribuição espacial da bacia hidrográfica – litoral do Paraná. 2004, 144 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- TOKASHIKI, C.C.; JULIANI C.; MONTEIRO L.V.S.; ECHEVERRI-MISAS, C.M.; AGUJA, M.A.; ARRAIS, L.B. Caracterização petrográfica e geoquímica das rochas vulcânicas de 1,97Ga mineralizadas em ouro na porção sul da Província Aurífera do Tapajós (PA). In: XIII Simpósio de Geologia da Amazonia, Belém, p. 275-278, 2013.
- TUNDISI, J.G. & TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrop**, v.10, n.4, 2008.
- VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

- VASQUEZ M.L.; KLEIN, E.L.; MACAMBIRA, M.J.B.; SANTOS, A.; BAHIA, R.B.C.; RICCI, P. dos S.F.; QUADROS, M.L.E.S. Geochronology of granitoids, mafic intrusions and mineralizations of the Tapajós Gold Province – Amazonian Craton – Brazil. In: International Geology Congress, 31, Abstracts, [CD-ROM], 2000.
- VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 438 p.
- VESILIND, P.A; MORGAN, S.M. Introdução à Engenharia Ambiental. Vol. 1, 2a. edição, 456p. 2011.
- VIEIRA, N.R.. **Poluição do ar: indicadores ambientais**. Rio de Janeiro. E-papers, 2009.
- VIRJI, H. 1981: Tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. Monthly Weather Review, (3): 599/610.
- VON SPERLING, M. 2005. “Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos”. Vol. 1, 3a. edição, DESA, Ed. UFMG.
- WHO – World Health Organization. Environmental Health Criteria 118 – Inorganic Mercury. International Programme on Chemical Safety. Geneva, 1991.
- WHO – World Health Organization. Mercury: Environmental Health Criteria, Geneva, v. 86. 115 p., 1989.
- WHO. World Health Organization. Chromium. Geneva, 1988. Environmental Health Criteria, 61.
- WISS, J.F.; PARMELEE, R.A. – Human Perception of Transient Vibrations – Journal of the Structural Division, Vol.100, N°ST4, 773-787, April, 1974.
- ZUCCARI, M. L. **Determinação de fatores abióticos bióticos do Ribeirão Lavapés (Botucatu-SP)**. Botucatu, 1992. 113p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

ANEXOS

ANEXO I

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO DECIBELÍMETRO

ANEXO II

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO SISMÓGRAFO

ANEXO III

RELATÓRIOS DE ANÁLISE SISMOGRÁFICA

ANEXO IV

LAUDOS DE CALIBRAÇÃO DO AGV PTS E DO CPV

ANEXO V

LAUDOS DE CALIBRAÇÃO DO ORIFÍCIO CRÍTICO E O DO BOLHÔMETRO

ANEXO VI

RELATÓRIO DE DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FUMAÇA

ANEXO VII

LAUDOS DE CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR DE MONÓXIDO DE CARBONO

ANEXO VIII

LAUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA