



Junho, 2010

CELEBRANDO
50
ANOS
em 2010

PLATÔ SARACÁ

Relatório Semestral das Minas em Operação

Preparado para:

Mineração Rio do Norte S.A.
Departamento de Controle Ambiental

RELATÓRIO



Um mundo de
capacidades
com presença local

Número do Relatório: RT-010_099-525-2007_00-J

Distribuição:

- 1 IBAMA/DIQUA
- 1 ICMBio - Porto Trombetas
- 1 MRN
- 1 Golder Associates Brasil





ÍNDICE

1.0 APRESENTAÇÃO	1
1.1 Identificação do Empreendedor	3
1.2 Identificação da Empresa Responsável pela Consolidação do Relatório	4
2.0 PROCEDIMENTOS DA MRN PARA CONTROLE DE BORDA DO PLATÔ	5
2.1 Operações na Área de Proteção de Borda	5
2.2 Resultados	7
2.2.1 Platô Saracá	7
3.0 PLANO DE DRENAGEM DE MINA	8
3.1 Locais para Instalação da Tubulação	8
3.2 Dimensionamento da Tubulação	8
3.3 Procedimento para Lançamento de Tubulação	8
3.4 Monitoramento da Drenagem da Mina	9
3.5 Plano de Ação de Lançamento de Tubulação	9
3.5.1 Platô Saracá	9
4.0 MONITORAMENTO DA DRENAGEM DE ESTRADAS DOS PLATÔS	11
4.1 Métodos de Dimensionamento e Construção das Caixas de Sedimentação	11
4.1.1 Decantação ou sedimentação	11
4.1.2 Dimensionamento da caixa de sedimentação	11
4.1.3 Construção da caixa de sedimentação	12
4.2 Localização das Estruturas e Igarapés	13
4.3 Programa de Inspeção e Limpeza	13
4.4 Resultados das Inspeções	14
5.0 MONITORAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO DA FLORA NAS ÁREAS ALTERADAS POR PROCESSOS EROSIVOS	15
5.1 Métodos de Recuperação e Monitoramento	15
5.2 Monitoramento das Áreas Alteradas	15
5.2.1 Platô Saracá	16
5.3 Conclusão	27
6.0 CONTROLE E MITIGAÇÃO DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO	28
6.1 Teste de Aplicação do Supressor de Poeira BIOAGLOPAR	28
6.2 Aplicação de Cloreto de Cálcio	28
6.2.1 Preparo da solução	28



6.2.2	Características do solo da estrada.....	29
6.2.3	Preparação da estrada.....	29
6.2.4	Procedimento de aplicação.....	29
6.2.5	Equipamentos	29
6.2.6	Recomendações do fornecedor	30
6.2.7	Monitoramento da qualidade da água.....	30
6.2.8	Resultados	30
6.3	Aspersão de Água	30
6.3.1	Procedimento para aspersão de água	31
6.3.2	Frequência da aspersão de água	31
6.3.3	Controle do consumo de água de aspersão	31
6.3.4	Monitoramento da qualidade do ar	31
7.0	PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO E REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS MINERADAS	32
7.1	Supressão da Vegetação	32
7.2	Preparo do Terreno e Aproveitamento do Horizonte Superficial do Solo (<i>Top soil</i>)	33
7.3	Viveiro Florestal.....	34
7.4	Revegetação	34
7.5	Tratos Culturais	35
8.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS FLORESTADAS.....	37
8.1	Zoneamento Ecológico dos Reflorestamentos das Áreas Mineradas.....	37
8.1.1	Objetivos	38
8.1.2	Metodologia e procedimentos adotados	39
8.1.3	Unidades amostrais	39
8.1.4	Coleta das informações das áreas temáticas	39
8.1.4.1	Solos.....	39
8.1.4.1.1	Coleta e preparo das amostras	39
8.1.4.1.2	Análise físico-química	40
8.1.4.1.2.1	Análise física (granulometria).....	40
8.1.4.1.2.2	Análise química.....	40
8.1.4.2	Fauna	40
8.1.4.2.1	Avifauna	40
8.1.4.2.1.1	Tabulação dos dados pré-existentes	40
8.1.4.2.1.2	Coleta de dados em campo	40



8.1.4.2.1.3	Análise dos dados.....	41
8.1.4.2.2	Mastofauna	41
8.1.4.2.2.1	Registros indiretos	41
8.1.4.2.2.2	Registros diretos	41
8.1.4.2.3	Herpetofauna	41
8.1.4.2.3.1	Procura Limitada por Tempo (PLT).....	41
8.1.4.2.3.2	Encontro Ocasional (EO).....	42
8.1.4.2.4	Entomofauna (mirmecofauna).....	42
8.1.4.2.4.1	Coleta de dados.....	42
8.1.4.3	Flora	42
8.1.5	Tratamento estatístico.....	44
8.1.5.1	Indicadores ambientais (Índices Ecológicos).....	44
8.1.5.2	Índices Ecológicos.....	46
8.1.5.3	Consideração sobre a análise estatística	46
8.2	Monitoramento da Biodiversidade	48
8.3	Considerações Finais	49
9.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL.....	50
9.1	Legislação Aplicável e Normas Técnicas	50
9.2	Metodologia e Procedimentos Adotados	50
9.2.1	Variáveis analisadas	51
9.2.2	Coleta das amostras	52
9.2.3	Índice de Qualidade da Água (IQA)	54
9.3	Estações de Monitoramento.....	55
9.4	Resultados e Discussão	61
9.4.1	Qualidade da água.....	61
9.5	Índice de Qualidade da Água – IQA	153
10.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS.....	160
10.1	Metodologia e Procedimentos Adotados	160
10.2	Legislação Aplicável e Normas Técnicas	161
10.3	Oficina de Lubrificação, Lavagem e Abastecimento de Combustível	161
10.3.1	Separador de água e óleo platô Saracá – SA2.....	163
10.3.2	Separador de água e óleo platô Saracá – SA3.....	166
10.3.3	Separador de água e óleo platô Saracá – SA4.....	169



10.3.4	Separador de água e óleo platô Saracá – SA5.....	172
10.3.5	Lagoa facultativa dos efluentes do restaurante da mina – LFR.....	175
10.3.6	Lagoa facultativa dos efluentes dos alojamentos da mina – LFA.....	177
10.3.7	Separador de água e óleo da usina Geração I - UGI.....	179
10.3.8	Separador de água e óleo da usina Geração II - UGII.....	182
10.3.9	Separador de água e óleo oficina TB e TPOL – TP3.....	185
10.3.10	Separador de água e óleo da Cattani – CAT.....	188
10.4	Secagem de Minério.....	191
10.4.1	TP 1.....	191
10.4.2	TP 2.....	193
10.5	Estação de Tratamento de Esgoto.....	195
10.5.1	Processo de tratamento de esgoto.....	195
10.5.2	Especificações técnicas dos principais equipamentos.....	196
10.5.3	Características das principais unidades de tratamento.....	197
10.5.4	Instalações de apoio.....	198
10.5.5	Metodologia e procedimentos adotados.....	199
10.5.6	Monitoramento da planta.....	200
10.5.7	Descrição dos principais parâmetros medidos.....	201
10.5.8	Resultados.....	202
11.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO.....	206
11.1	Metodologia e Procedimentos Adotados.....	206
11.2	Localização dos Pontos de Monitoramento.....	207
11.3	Resultados e Discussão.....	210
12.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO PIEZOMÉTRICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E DAS NASCENTES.....	213
12.1	Geologia Regional.....	213
12.2	Condições Hidrogeológicas.....	216
12.3	Micro-bacia Saracá-Araticum.....	218
12.4	Metodologia e Procedimentos Técnicos.....	218
12.5	Resultados.....	222
12.5.1	Modelo regional.....	222
12.5.2	Platô Saracá.....	223
12.6	Conclusões.....	225
12.7	Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea e das Nascentes.....	226



12.8	Legislação Aplicável e Normas Técnicas	227
12.9	Metodologia e Procedimentos Adotados	227
12.10	Resultados.....	229
12.10.1	Platô Saracá	229
13.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO	236
13.1	Legislação Aplicável e Normas Técnicas	236
13.2	Metodologia e Procedimentos Técnicos	237
13.3	Localização dos Pontos de Monitoramento.....	237
13.4	Índice de Qualidade do Ar (IQA)	241
13.5	Resultados Discussão	241
13.5.1	Área do Porto - escritório central	241
13.5.2	Área do Porto - vila residencial	244
13.5.3	Platô Saracá - escritório central da mina	247
13.5.4	Área do Porto - usina de geração	250
13.6	Emissões Atmosféricas - Porto.....	253
13.6.1	Legislação aplicável e normas técnicas	253
13.6.1.1	Em comparação à Resolução CONAMA 08/1990	253
13.6.1.2	Em comparação à Deliberação COPAM 11/1986	254
13.6.2	Justificativa técnica	254
13.6.2.1	Justificativa conceitual dos resultados.....	256
13.6.2.2	Conclusões.....	257
13.6.3	Metodologia e procedimentos técnicos.....	257
13.6.4	Localização dos pontos de monitoramento.....	257
13.6.5	Resultados e discussões	260
13.6.5.1	Usina de Geração II (UG-II).....	260
13.6.5.2	Secadores	261
13.6.5.2.1	Secador A	261
13.6.5.2.2	Secador B	262
13.6.5.2.3	Secador C	263
14.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO METEOROLÓGICO	264
14.1	Metodologia e Procedimentos Adotados	264
14.2	Localização dos Pontos de Monitoramento.....	264
14.3	Parâmetros Meteorológicos e Resultados.....	267



14.3.1	Direção e velocidade dos ventos	267
14.3.2	Temperatura	268
14.3.3	Pressão atmosférica	269
14.3.4	Umidade relativa	270
14.3.5	Radiação Solar	271
14.3.6	Pluviometria	272
15.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RUÍDO AMBIENTAL	274
15.1	Legislação Aplicável e Normas Técnicas	274
15.2	Localização dos Pontos de Monitoramento	274
15.2.1	Metodologia e procedimentos técnicos	275
15.2.2	Resultados e discussões	277
16.0	MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE OPACIDADE	278
16.1	Legislação Aplicável e Normas Técnicas	278
16.2	Metodologia e Procedimentos Adotados	278
16.3	Resultado	280
17.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	281
18.0	EQUIPE TÉCNICA	282

TABELAS

Tabela 1: Dimensionamento do filtro gabião	9
Tabela 2: Dados das bacias de decantação dos sólidos na saída das sarjetas	12
Tabela 3: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas	18
Tabela 4: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas	19
Tabela 5: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas	20
Tabela 6: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas	22
Tabela 7: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas	22
Tabela 8: Área (ha) prevista para ser suprimida durante o ano de 2009	32
Tabela 9: Área (ha) desmatada durante o ano de 2009	33
Tabela 10: Áreas (ha) planejadas para serem preparadas para o reflorestamento durante o ano de 2009	33
Tabela 11: Áreas (ha) preparadas para o reflorestamento durante primeiro período de 2009	33
Tabela 12: Relação das sementes (kg) adquiridas junto às comunidades ribeirinhas e no lago Sapucuá	34
Tabela 13: Áreas (ha) previstas para serem reflorestadas	35



Tabela 14: Acompanhamento do reflorestamento em 2009.....	35
Tabela 15: Relação dos Platôs, Anos de Plantios e Número de Parcelas Instaladas.....	39
Tabela 16: Subdivisões Primária, Secundária e Terciária de Possíveis Indicadores Propostos pela UNESCO.....	46
Tabela 17: Variáveis avaliadas e padrões CONAMA - Classe 2.....	51
Tabela 18: Variáveis de qualidade de água analisadas pelo laboratório de controle ambiental da MRN.....	51
Tabela 19: Procedimentos de preservação das amostras utilizados pelo Laboratório de Controle Ambiental da MRN.....	53
Tabela 20: Escala de classificação da qualidade da água.....	54
Tabela 21: Parâmetros e pesos – IQA.....	55
Tabela 22: Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais.....	57
Tabela 23: IQA para o mês de janeiro de 2009.....	153
Tabela 24: IQA para o mês de fevereiro de 2009.....	153
Tabela 25: IQA para o mês de março de 2009.....	153
Tabela 26: IQA para o mês de abril de 2009.....	154
Tabela 27: IQA para o mês de maio de 2009.....	154
Tabela 28: IQA para o mês de junho de 2009.....	155
Tabela 29: IQA para o mês de julho de 2009.....	155
Tabela 30: IQA para o mês de agosto de 2009.....	156
Tabela 31: IQA para o mês de setembro de 2009.....	157
Tabela 32: IQA para o mês de outubro de 2009.....	157
Tabela 33: IQA para o mês de novembro de 2009.....	158
Tabela 34: IQA para o mês de dezembro de 2009.....	159
Tabela 35: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA2 em 2009.....	164
Tabela 36: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA3 em 2009.....	167
Tabela 37: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA4 em 2009.....	170
Tabela 38: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA5 em 2009.....	173
Tabela 39: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto LFR em 2009.....	176
Tabela 40: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto LFA em 2009.....	178
Tabela 41: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto UGI em 2009.....	180
Tabela 42: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto UGII em 2009.....	183
Tabela 43: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto TP3 em 2009.....	186
Tabela 44: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto CAT em 2009.....	189
Tabela 45: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto TP1 em 2009.....	192
Tabela 46: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto TP2 em 2009.....	194
Tabela 47: Características do efluente final - ETE (média mensal).....	195
Tabela 48: Especificações técnicas das bombas e sopradores da ETE.....	196
Tabela 49: Unidades de tratamento.....	197



Tabela 50: Utilidades consumidas	199
Tabela 51: Especificações técnicas dos equipamentos	199
Tabela 52: Monitoramento da planta.....	200
Tabela 53: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto ETE em 2009.....	203
Tabela 54: Dados de monitoramento da ETE durante o ano de 2009	204
Tabela 55: Pontos de monitoramento fluviométrico	207
Tabela 56: Resultados físico-químicos das nascentes no platô Saracá nos meses de janeiro, maio e novembro de 2009	233
Tabela 57: Resultados físico-químicos das nascentes nos platôs Saracá e Saracá Oeste nos meses de janeiro, maio e novembro de 2009 (Continuação)	234
Tabela 58: Padrões primários e secundários Partículas Totais em Suspensão.....	236
Tabela 59: Padrões primários para Partículas Inaláveis	236
Tabela 60: Pontos de monitoramento da qualidade do ar.....	238
Tabela 61: Estrutura do Índice de Qualidade do Ar	241
Tabela 62: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-1)	241
Tabela 64: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-2)	244
Tabela 65: IQAr para Partículas Totais em Suspensão (AR-2).....	245
Tabela 66: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-3)	247
Tabela 67: IQAr para Partículas Totais em Suspensão (AR-3).....	248
Tabela 68: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-7)	250
Tabela 69: IQAr para Partículas Totais em Suspensão (AR-7).....	251
Tabela 70: Padrões de emissões das fontes estacionárias	253
Tabela 71: Fontes fixas de emissões atmosféricas.....	258
Tabela 72: Concentrações médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006.....	260
Tabela 73: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 sem correção	261
Tabela 74: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 com valores corrigidos	261
Tabela 75: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 008/1990.....	261
Tabela 76: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 sem correção	262
Tabela 77: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 com valores corrigidos	262
Tabela 78: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 008/1990.....	262
Tabela 79: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 sem correção	263
Tabela 80: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 com valores corrigidos	263
Tabela 81: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 008/1990.....	263
Tabela 82: Localização e descrição das estações de monitoramento meteorológico	265
Tabela 83: Descrição dos pontos de monitoramento de ruído ambiental	274
Tabela 84: Níveis de pressão sonora equivalente	277
Tabela 85: Limites máximos de opacidade	279



Tabela 86: Resultados das medições realizadas	280
---	-----

FIGURAS

Figura 1: Vista em planta da faixa de proteção de borda do platô.	5
Figura 2: Seção típica em perfil correspondente à figura 1.	6
Figura 3: Área em recuperação.....	16
Figura 4: Área em recuperação.....	16
Figura 5: Caixa de drenagem e canaleta	16
Figura 6: Caixa de drenagem e canaleta	16
Figura 7: Dissipador de energia	17
Figura 8: Escada de acesso.....	17
Figura 10: Escada de acesso ao dissipador de energia.....	17
Figura 11: Vista geral próxima à área de recuperação	17
Figura 15: Perfil da encosta da área recuperada	19
Figura 16: Caixa de drenagem.....	20
Figura 17: Canaleta natural para escoamento das águas pluviais.....	20
Figura 18: Placa indicativa de área em recuperação	20
Figura 19: Vista geral da área em recuperação	20
Figura 20: Área de bermas com gramíneas e leguminosas.....	21
Figura 21: Área de bermas com gramíneas.....	21
Figura 22: Área em recuperação.....	21
Figura 23: Área em recuperação.....	21
Figura 26: Barragem castor.....	23
Figura 27: Barragem castor.....	23
Figura 28: Barragem castor.....	23
Figura 29: Valeta de crista	23
Figura 30: Erosão natural – área em recuperação.....	24
Figura 31: Erosão natural – área em recuperação.....	24
Figura 32: Erosão natural – área em recuperação.....	24
Figura 33: Erosão natural – área em recuperação.....	24
Figura 34: Erosão natural – barragem de toras.....	24
Figura 35: Erosão natural – caixa dissipadora leste.....	24
Figura 36: Erosão natural – caixa dissipadora leste.....	25
Figura 37: Erosão natural – caixa dissipadora oeste	25
Figura 38: Erosão natural – valeta de crista.....	25
Figura 39: Erosão antrópica – área em recuperação	25



Figura 40: Erosão antrópica – barragem castor	25
Figura 41: Erosão antrópica – caixa dissipadora	25
Figura 42: Erosão antrópica – caixa dissipadora	26
Figura 43: Erosão antrópica – valeta de crista	26
Figura 44: Área em recuperação.....	26
Figura 45: Área em recuperação.....	26
Figura 46: Barragem castor.....	27
Figura 47: Barragem castor.....	27
Figura 48: Método de lavra com reabilitação simultânea	32
Figura 49: Modelo esquemático das parcelas permanentes.....	43
Figura 50: Modelo de croqui das parcelas permanentes	44
Figura 51: Equipamento de auxílio para realização das coletas de águas superficiais.....	52
Figura 52: Localização dos Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial	60
Figura 53: Série histórica e resultados para pH (SA-1).....	61
Figura 54: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-1).....	61
Figura 55: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-1).....	61
Figura 56: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-1).....	61
Figura 57: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-1).....	62
Figura 58: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-1)	62
Figura 59: Série histórica e resultados para DBO (SA-1).....	62
Figura 60: Série histórica e resultados para DQO (SA-1)	62
Figura 61: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-1).....	62
Figura 62: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-1).....	62
Figura 63: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-1)	63
Figura 64: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-1)	63
Figura 65: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-1).....	63
Figura 66: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-1).....	63
Figura 67: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-1)	63
Figura 68: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (SA-1).....	63
Figura 69: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-1).....	64
Figura 70: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-1)	64
Figura 71: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-1).....	64
Figura 72: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-1).....	64
Figura 73: Série histórica e resultados para pH (SA-2).....	65
Figura 74: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-2).....	65
Figura 75: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-2).....	65



Figura 76: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-2)	65
Figura 77: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-2).....	66
Figura 78: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-2)	66
Figura 79: Série histórica e resultados para DBO (SA-2).....	66
Figura 80: Série histórica e resultados para DQO (SA-2)	66
Figura 81: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-2)	66
Figura 82: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-2).....	66
Figura 83: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-2)	67
Figura 84: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-2)	67
Figura 85: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-2).....	67
Figura 86: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-2)	67
Figura 87: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-2)	67
Figura 88: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (SA-2).....	67
Figura 89: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-2).....	68
Figura 90: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-2)	68
Figura 91: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-2).....	68
Figura 92: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-2).....	68
Figura 93: Série histórica e resultados para pH (SA-3).....	69
Figura 94: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-3).....	69
Figura 95: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-3).....	69
Figura 96: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-3)	69
Figura 97: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-3).....	70
Figura 98: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-3)	70
Figura 99: Série histórica e resultados para DBO (SA-3).....	70
Figura 100: Série histórica e resultados para DQO (SA-3)	70
Figura 101: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-3)	70
Figura 102: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-3).....	70
Figura 103: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-3)	71
Figura 104: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-3)	71
Figura 105: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-3).....	71
Figura 106: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-3)	71
Figura 107: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-3)	71
Figura 108: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (SA-3).....	71
Figura 109: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-3).....	72
Figura 110: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-3)	72
Figura 111: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-3).....	72



Figura 112: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-3).....	72
Figura 113: Série histórica e resultados para pH (SA-4).....	73
Figura 114: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-4).....	73
Figura 115: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-4).....	73
Figura 116: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-4).....	73
Figura 117: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-4).....	74
Figura 118: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-4).....	74
Figura 119: Série histórica e resultados para DBO (SA-4).....	74
Figura 120: Série histórica e resultados para DQO (SA-4).....	74
Figura 121: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-4).....	74
Figura 122: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-4).....	74
Figura 123: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-4).....	75
Figura 124: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-4).....	75
Figura 125: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-4).....	75
Figura 126: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-4).....	75
Figura 127: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-4).....	75
Figura 128: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (SA-4).....	75
Figura 129: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-4).....	76
Figura 130: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-4).....	76
Figura 131: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-4).....	76
Figura 132: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-4).....	76
Figura 133: Série histórica e resultados para pH (SAZ-1).....	77
Figura 134: Série histórica e resultados para Temperatura (SAZ-1).....	77
Figura 135: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SAZ-1).....	77
Figura 136: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SAZ-1).....	77
Figura 137: Série histórica e resultados para Turbidez (SAZ-1).....	78
Figura 138: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SAZ-1).....	78
Figura 139: Série histórica e resultados para DBO (SAZ-1).....	78
Figura 140: Série histórica e resultados para DQO (SAZ-1).....	78
Figura 141: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SAZ-1).....	78
Figura 142: Série histórica e resultados para Alumínio (SAZ-1).....	78
Figura 143: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SAZ-1).....	79
Figura 144: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SAZ-1).....	79
Figura 145: Série histórica e resultados para Manganês Total (SAZ-1).....	79
Figura 146: Série histórica e resultados para Nitratos (SAZ-1).....	79
Figura 147: Série histórica e resultados para Nitritos (SAZ-1).....	79



Figura 148: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (SAZ-1)	79
Figura 149: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SAZ-1)	80
Figura 150: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SAZ-1)	80
Figura 151: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SAZ-1)	80
Figura 152: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SAZ-1)	80
Figura 153: Série histórica e resultados para pH (SAZ-2).....	81
Figura 154: Série histórica e resultados para Temperatura (SAZ-2).....	81
Figura 155: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SAZ-2).....	81
Figura 156: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SAZ-2).....	81
Figura 157: Série histórica e resultados para Turbidez (SAZ-2)	82
Figura 158: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SAZ-2)	82
Figura 159: Série histórica e resultados para DBO (SAZ-2).....	82
Figura 160: Série histórica e resultados para DQO (SAZ-2)	82
Figura 161: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SAZ-2).....	82
Figura 162: Série histórica e resultados para Alumínio (SAZ-2)	82
Figura 163: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SAZ-2)	83
Figura 164: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SAZ-2)	83
Figura 165: Série histórica e resultados para Manganês Total (SAZ-2).....	83
Figura 166: Série histórica e resultados para Nitratos (SAZ-2)	83
Figura 167: Série histórica e resultados para Nitritos (SAZ-2)	83
Figura 168: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (SAZ-2)	83
Figura 169: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SAZ-2)	84
Figura 170: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SAZ-2)	84
Figura 171: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SAZ-2)	84
Figura 172: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SAZ-2)	84
Figura 173: Série histórica e resultados para pH (AL-1)	85
Figura 174: Série histórica e resultados para Temperatura (AL-1)	85
Figura 175: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AL-1)	85
Figura 176: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AL-1)	85
Figura 177: Série histórica e resultados para Turbidez (AL-1)	86
Figura 178: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AL-1).....	86
Figura 179: Série histórica e resultados para DBO (AL-1)	86
Figura 180: Série histórica e resultados para DQO (AL-1).....	86
Figura 181: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AL-1).....	86
Figura 182: Série histórica e resultados para Alumínio (AL-1)	86
Figura 183: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AL-1).....	87



Figura 184: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AL-1).....	87
Figura 185: Série histórica e resultados para Manganês Total (AL-1)	87
Figura 186: Série histórica e resultados para Nitratos (AL-1).....	87
Figura 187: Série histórica e resultados para Nitritos (AL-1).....	87
Figura 188: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (AL-1).....	87
Figura 189: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AL-1).....	88
Figura 190: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AL-1).....	88
Figura 191: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AL-1)	88
Figura 192: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AL-1)	88
Figura 193: Série histórica e resultados para pH (AL-2)	89
Figura 194: Série histórica e resultados para Temperatura (AL-2)	89
Figura 195: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AL-2)	89
Figura 196: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AL-2)	89
Figura 197: Série histórica e resultados para Turbidez (AL-2)	89
Figura 198: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AL-2).....	89
Figura 199: Série histórica e resultados para DBO (AL-2)	90
Figura 200: Série histórica e resultados para DQO (AL-2).....	90
Figura 201: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AL-2).....	90
Figura 202: Série histórica e resultados para Alumínio (AL-2)	90
Figura 203: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AL-2).....	90
Figura 204: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AL-2).....	90
Figura 205: Série histórica e resultados para Manganês Total (AL-2)	91
Figura 206: Série histórica e resultados para Nitratos (AL-2).....	91
Figura 207: Série histórica e resultados para Nitritos (AL-2).....	91
Figura 208: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (AL-2).....	91
Figura 209: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AL-2).....	91
Figura 210: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AL-2).....	91
Figura 211: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AL-2)	92
Figura 212: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AL-2)	92
Figura 213: Série histórica e resultados para pH (AL-3)	93
Figura 214: Série histórica e resultados para Temperatura (AL-3)	93
Figura 215: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AL-3)	93
Figura 216: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AL-3)	93
Figura 217: Série histórica e resultados para Turbidez (AL-3)	93
Figura 218: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AL-3).....	93
Figura 219: Série histórica e resultados para DBO (AL-3)	94



Figura 220: Série histórica e resultados para DQO (AL-3).....	94
Figura 221: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AL-3).....	94
Figura 222: Série histórica e resultados para Alumínio (AL-3).....	94
Figura 223: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AL-3).....	94
Figura 224: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AL-3).....	94
Figura 225: Série histórica e resultados para Manganês Total (AL-3).....	95
Figura 226: Série histórica e resultados para Nitratos (AL-3).....	95
Figura 227: Série histórica e resultados para Nitritos (AL-3).....	95
Figura 228: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (AL-3).....	95
Figura 229: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AL-3).....	95
Figura 230: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AL-3).....	95
Figura 231: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AL-3).....	96
Figura 232: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AL-3).....	96
Figura 233: Série histórica e resultados para pH (TRT-1).....	97
Figura 234: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-1).....	97
Figura 235: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-1).....	97
Figura 236: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-1).....	97
Figura 237: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-1).....	97
Figura 238: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-1).....	97
Figura 239: Série histórica e resultados para DBO (TRT-1).....	98
Figura 240: Série histórica e resultados para DQO (TRT-1).....	98
Figura 241: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-1).....	98
Figura 242: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-1).....	98
Figura 243: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-1).....	98
Figura 244: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-1).....	98
Figura 245: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-1).....	99
Figura 246: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-1).....	99
Figura 247: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-1).....	99
Figura 248: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-1).....	99
Figura 249: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-1).....	99
Figura 250: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-1).....	99
Figura 251: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-1).....	100
Figura 252: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-1).....	100
Figura 253: Série histórica e resultados para pH (TRT-2).....	101
Figura 254: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-2).....	101
Figura 255: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-2).....	101



Figura 256: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-2).....	101
Figura 257: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-2)	101
Figura 258: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-2).....	101
Figura 259: Série histórica e resultados para DBO (TRT-2).....	102
Figura 260: Série histórica e resultados para DQO (TRT-2)	102
Figura 261: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-2).....	102
Figura 262: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-2)	102
Figura 263: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-2).....	102
Figura 264: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-2)	102
Figura 265: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-2).....	103
Figura 266: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-2).....	103
Figura 267: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-2)	103
Figura 268: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-2)	103
Figura 269: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-2)	103
Figura 270: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-2)	103
Figura 271: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-2)	104
Figura 272: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-2)	104
Figura 273: Série histórica e resultados para pH (TRT-3).....	105
Figura 274: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-3).....	105
Figura 275: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-3).....	105
Figura 276: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-3).....	105
Figura 277: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-3)	105
Figura 278: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-3).....	105
Figura 279: Série histórica e resultados para DBO (TRT-3).....	106
Figura 280: Série histórica e resultados para DQO (TRT-3)	106
Figura 281: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-3).....	106
Figura 282: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-3)	106
Figura 283: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-3)	106
Figura 284: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-3)	106
Figura 285: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-3).....	107
Figura 286: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-3).....	107
Figura 287: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-3)	107
Figura 288: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-3)	107
Figura 289: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-3)	107
Figura 290: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-3)	107
Figura 291: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-3)	108



Figura 292: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-3)	108
Figura 293: Série histórica e resultados para pH (TRT-4).....	109
Figura 294: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-4).....	109
Figura 295: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-4).....	109
Figura 296: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-4).....	109
Figura 297: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-4)	109
Figura 298: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-4)	109
Figura 299: Série histórica e resultados para DBO (TRT-4).....	110
Figura 300: Série histórica e resultados para DQO (TRT-4)	110
Figura 301: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-4).....	110
Figura 302: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-4)	110
Figura 303: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-4)	110
Figura 304: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-4)	110
Figura 305: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-4).....	111
Figura 306: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-4).....	111
Figura 307: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-4)	111
Figura 308: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-4)	111
Figura 309: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-4)	111
Figura 310: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-4)	111
Figura 311: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-4)	112
Figura 312: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-4)	112
Figura 313: Série histórica e resultados para pH (TRT-5).....	113
Figura 314: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-5).....	113
Figura 315: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-5).....	113
Figura 316: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-5).....	113
Figura 317: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-5)	113
Figura 318: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-5)	113
Figura 319: Série histórica e resultados para DBO (TRT-5).....	114
Figura 320: Série histórica e resultados para DQO (TRT-5)	114
Figura 321: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-5).....	114
Figura 322: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-5)	114
Figura 323: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-5)	114
Figura 324: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-5)	114
Figura 325: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-5).....	115
Figura 326: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-5).....	115
Figura 327: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-5)	115



Figura 328: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-5)	115
Figura 329: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-5)	115
Figura 330: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-5)	115
Figura 331: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-5)	116
Figura 332: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-5)	116
Figura 333: Série histórica e resultados para pH (TRT-6).....	117
Figura 334: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-6).....	117
Figura 335: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-6).....	117
Figura 336: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-6).....	117
Figura 337: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-6)	117
Figura 338: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-6).....	117
Figura 339: Série histórica e resultados para DBO (TRT-6).....	118
Figura 340: Série histórica e resultados para DQO (TRT-6)	118
Figura 341: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-6).....	118
Figura 342: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-6)	118
Figura 343: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-6)	118
Figura 344: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-6)	118
Figura 345: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-6).....	119
Figura 346: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-6).....	119
Figura 347: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-6)	119
Figura 348: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-6)	119
Figura 349: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-6)	119
Figura 350: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-6)	119
Figura 351: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-6)	120
Figura 352: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-6)	120
Figura 353: Série histórica e resultados para pH (TRT-7).....	121
Figura 354: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-7).....	121
Figura 355: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-7).....	121
Figura 356: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-7).....	121
Figura 357: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-7)	121
Figura 358: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-7)	121
Figura 359: Série histórica e resultados para DBO (TRT-7).....	122
Figura 360: Série histórica e resultados para DQO (TRT-7)	122
Figura 361: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-7).....	122
Figura 362: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-7)	122
Figura 363: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-7)	122



Figura 364: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-7)	122
Figura 365: Série histórica e resultados para Manganês Total	123
Figura 366: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-7)	123
Figura 367: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-7)	123
Figura 368: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-7)	123
Figura 369: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-7)	123
Figura 370: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-7)	123
Figura 371: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-7)	124
Figura 372: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-7)	124
Figura 373: Série histórica e resultados para pH (TRT-8).....	125
Figura 374: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-8).....	125
Figura 375: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-8).....	125
Figura 376: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-8).....	125
Figura 377: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-8)	125
Figura 378: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-8).....	125
Figura 379: Série histórica e resultados para DBO (TRT-8).....	126
Figura 380: Série histórica e resultados para DQO (TRT-8)	126
Figura 381: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-8).....	126
Figura 382: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-8)	126
Figura 383: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-8)	126
Figura 384: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-8)	126
Figura 385: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-8).....	127
Figura 386: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-8).....	127
Figura 387: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-8)	127
Figura 388: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRT-8)	127
Figura 389: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-8)	127
Figura 390: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-8)	127
Figura 391: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-8)	128
Figura 392: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-8)	128
Figura 393: Série histórica e resultados para pH (AF-1)	129
Figura 394: Série histórica e resultados para Temperatura (AF-1)	129
Figura 395: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AF-1).....	129
Figura 396: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AF-1).....	129
Figura 397: Série histórica e resultados para Turbidez (AF-1).....	129
Figura 398: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AF-1)	129
Figura 399: Série histórica e resultados para DBO (AF-1).....	130



Figura 400: Série histórica e resultados para DQO (AF-1).....	130
Figura 401: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AF-1)	130
Figura 402: Série histórica e resultados para Alumínio (AF-1).....	130
Figura 403: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AF-1)	130
Figura 404: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AF-1).....	130
Figura 405: Série histórica e resultados para Manganês Total (AF-1)	131
Figura 406: Série histórica e resultados para Nitratos (AF-1)	131
Figura 407: Série histórica e resultados para Nitritos (AF-1).....	131
Figura 408: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (AF-1).....	131
Figura 409: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AF-1).....	131
Figura 410: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AF-1).....	131
Figura 411: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AF-1).....	132
Figura 412: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AF-1).....	132
Figura 413: Série histórica e resultados para pH (AF-2)	133
Figura 414: Série histórica e resultados para Temperatura (AF-2)	133
Figura 415: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AF-2).....	133
Figura 416: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AF-2)	133
Figura 417: Série histórica e resultados para Turbidez (AF-2).....	133
Figura 418: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AF-2)	133
Figura 419: Série histórica e resultados para DBO (AF-2).....	134
Figura 420: Série histórica e resultados para DQO (AF-2).....	134
Figura 421: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AF-2)	134
Figura 422: Série histórica e resultados para Alumínio (AF-2).....	134
Figura 423: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AF-2)	134
Figura 424: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AF-2).....	134
Figura 425: Série histórica e resultados para Manganês Total (AF-2)	135
Figura 426: Série histórica e resultados para Nitratos (AF-2)	135
Figura 427: Série histórica e resultados para Nitritos (AF-2).....	135
Figura 428: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (AF-2).....	135
Figura 429: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AF-2).....	135
Figura 430: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AF-2).....	135
Figura 431: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AF-2).....	136
Figura 432: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AF-2).....	136
Figura 433: Série histórica e resultados para pH (F-1)	137
Figura 434: Série histórica e resultados para Temperatura (F-1).....	137
Figura 435: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (F-1)	137



Figura 436: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (F-1).....	137
Figura 437: Série histórica e resultados para Turbidez (F-1)	137
Figura 438: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (F-1).....	137
Figura 439: Série histórica e resultados para DBO (F-1)	138
Figura 440: Série histórica e resultados para DQO (F-1).....	138
Figura 441: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (F-1).....	138
Figura 442: Série histórica e resultados para Alumínio (F-1)	138
Figura 443: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (F-1).....	138
Figura 444: Série histórica e resultados para Fósforo Total (F-1).....	138
Figura 445: Série histórica e resultados para Manganês Total (F-1)	139
Figura 446: Série histórica e resultados para Nitratos (F-1).....	139
Figura 447: Série histórica e resultados para Nitritos (F-1).....	139
Figura 448: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (F-1)	139
Figura 449: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (F-1)	139
Figura 450: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (F-1).....	139
Figura 451: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (F-1)	140
Figura 452: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (F-1)	140
Figura 453: Série histórica e resultados para pH (TRM-1)	141
Figura 454: Série histórica e resultados para Temperatura (TRM-1)	141
Figura 455: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRM-1).....	141
Figura 456: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRM-1)	141
Figura 457: Série histórica e resultados para Turbidez (TRM-1).....	141
Figura 458: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRM-1)	141
Figura 459: Série histórica e resultados para DBO (TRM-1).....	142
Figura 460: Série histórica e resultados para DQO (TRM-1)	142
Figura 461: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRM-1)	142
Figura 462: Série histórica e resultados para Alumínio (TRM-1).....	142
Figura 463: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRM-1)	142
Figura 464: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRM-1)	142
Figura 465: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRM-1).....	143
Figura 466: Série histórica e resultados para Nitratos (TRM-1)	143
Figura 467: Série histórica e resultados para Nitritos (TRM-1)	143
Figura 468: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (TRM-1).....	143
Figura 469: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRM-1).....	143
Figura 470: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRM-1)	143
Figura 471: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRM-1).....	144



Figura 472: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRM-1).....	144
Figura 473: Série histórica e resultados para pH (L.URB-1).....	145
Figura 474: Série histórica e resultados para Temperatura (L.URB-1).....	145
Figura 475: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (L.URB-1).....	145
Figura 476: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (L.URB-1).....	145
Figura 477: Série histórica e resultados para Turbidez (L.URB-1).....	145
Figura 478: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (L.URB-1).....	145
Figura 479: Série histórica e resultados para DBO (L.URB-1).....	146
Figura 480: Série histórica e resultados para DQO (L.URB-1).....	146
Figura 481: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (L.URB-1).....	146
Figura 482: Série histórica e resultados para Alumínio (L.URB-1).....	146
Figura 483: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (L.URB-1).....	146
Figura 484: Série histórica e resultados para Fósforo Total (L.URB-1).....	146
Figura 485: Série histórica e resultados para Manganês Total (L.URB-1).....	147
Figura 486: Série histórica e resultados para Nitratos (L.URB-1).....	147
Figura 487: Série histórica e resultados para Nitritos (L.URB-1).....	147
Figura 488: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (L.URB-1).....	147
Figura 489: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (L.URB-1).....	147
Figura 490: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (L.URB-1).....	147
Figura 491: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (L.URB-1).....	148
Figura 492: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (L.URB-1).....	148
Figura 493: Série histórica e resultados para pH (L.URB-2).....	149
Figura 494: Série histórica e resultados para Temperatura (L.URB-2).....	149
Figura 495: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (L.URB-2).....	149
Figura 496: Série histórica e resultados Sólidos Totais Dissolvidos (L.URB-2).....	149
Figura 497: Série histórica e resultados para Turbidez (L.URB-2).....	149
Figura 498: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (L.URB-2).....	149
Figura 499: Série histórica e resultados para DBO (L.URB-2).....	150
Figura 500: Série histórica e resultados para DQO (L.URB-2).....	150
Figura 501: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (L.URB-2).....	150
Figura 502: Série histórica e resultados para Alumínio (L.URB-2).....	150
Figura 503: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (L.URB-2).....	150
Figura 504: Série histórica e resultados para Fósforo Total (L.URB-2).....	150
Figura 505: Série histórica e resultados para Manganês Total (L.URB-2).....	151
Figura 506: Série histórica e resultados para Nitratos (L.URB-2).....	151
Figura 507: Série histórica e resultados para Nitritos (L.URB-2).....	151



Figura 508: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (L.URB-2).....	151
Figura 509: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (L.URB-2).....	151
Figura 510: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (L.URB-2).....	151
Figura 511: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (L.URB-2).....	152
Figura 512: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (L.URB-2).....	152
Figura 513: Localização dos Pontos de Monitoramento dos Efluentes Industriais.....	162
Figura 514: Separador de água e óleo da oficina e posto de abastecimento SA 3.....	166
Figura 515: Separadores de água e óleo da UGI.....	179
Figura 516: Calha Parshall (medidor de vazão).....	195
Figura 517: Tanques imhoff (processo anaeróbio).....	195
Figura 518: Tanques de aeração (processo aeróbio).....	196
Figura 519: Tanque de decantação.....	196
Figura 520: Localização dos Pontos de Monitoramento Fluviométrico.....	209
Figura 521: Leitura fluviométrica do rio Trombetas.....	210
Figura 522: Leitura da régua linimétrica do igarapé Araticum (AT-2).....	210
Figura 523: Leitura da régua linimétrica do igarapé Araticum (AT-4).....	210
Figura 524: Leitura da régua linimétrica do igarapé Aviso (AV-4).....	210
Figura 525: Leitura da régua linimétrica do igarapé Saracá (SA-3).....	211
Figura 526: Leitura da régua linimétrica do ponto MB-1.....	211
Figura 527: Vazão (m³/s) do igarapé Araticum (AT-2).....	211
Figura 528: Vazão (m³/s) do igarapé Araticum (AT-4).....	211
Figura 529: Vazão (m³/s) do igarapé Aviso (AV-4).....	211
Figura 530: Vazão (m³/s) do igarapé Saracá (SA-3).....	211
Figura 531: Estruturação da Bacia do Amazonas (modificado de Torres, 1989).....	213
Figura 532: Perfil litoestratigráfico da Bacia do Amazonas.....	214
Figura 533: Perfil esquemático das ocorrências de bauxita de Porto Trombetas.....	216
Figura 534: Comportamento esquemático vertical do fluxo subterrâneo.....	217
Figura 535: Micro-bacia do Saracá-Araticum e Rede de Monitoramento.....	219
Figura 536: Perfil construtivo esquemático dos piezômetros rasos em áreas com lavra.....	220
Figura 537: Perfil construtivo esquemático dos piezômetros profundos.....	220
Figura 538: Perfil construtivo esquemático dos piezômetros rasos e em área reflorestada.....	221
Figura 539: Curvas isopiezométricas do modelo regional.....	222
Figura 540: Modelo 3D de terreno e direção preferencial do fluxo subterrâneo.....	223
Figura 541: Gráfico comparativo do nível d'água medido nos piezômetros monitorados no platô Saracá.....	224
Figura 542: Gráfico comparativo do nível d'água medido nos piezômetros monitorados no platô Saracá Oeste.....	224
Figura 543: Superfície com curvas isopiezométricas e pontos com valores potenciométricas do platô Saracá.....	225



Figura 544: Modelo 3D do platô Saracá com pontos de monitoramento de piezômetros e nascentes	225
Figura 545: Localização dos Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea e das Nascentes	228
Figura 546: Série histórica e resultados para Alumínio (PZSAP)	229
Figura 547: Série histórica e resultados para Bicarbonato (PZSAP)	229
Figura 548: Série histórica e resultados para Cálcio Total (PZSAP)	230
Figura 549: Série histórica e resultados para Carbonato (PZSAP)	230
Figura 550: Série histórica e resultados para Cloreto (PZSAP)	230
Figura 551: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (PZSAP)	230
Figura 552: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (PZSAP)	231
Figura 553: Série histórica e resultados para Manganês (PZSAP)	231
Figura 554: Série histórica e resultados para Magnésio Total (PZSAP)	231
Figura 555: Série histórica e resultados para Nitrato (PZSAP)	231
Figura 556: Série histórica e resultados para pH (PZSAP)	231
Figura 557: Série histórica e resultados para Potássio Total (PZSAP)	231
Figura 558: Série histórica e resultados para Sílica Total (PZSAP)	232
Figura 559: Série histórica e resultados para Sódio Total (PZSAP)	232
Figura 560: Série histórica e resultados para Sulfatos (PZSAP)	232
Figura 561: Série histórica e resultados para Temperatura (PZSAP)	232
Figura 562: Série histórica e resultados para Turbidez (PZSAP)	232
Figura 563: Localização das Estações de Monitoramento Atmosférico da Qualidade do Ar	240
Figura 564: Particulados e Oxigênio nos gases de exaustão referentes ao primeiro semestre de 2009.	255
Figura 565: Variação dos particulados em função da correção no O ₂ dos gases para emissão de 90mg/Nm ³	255
Figura 566: Consumo de combustível na secagem referente ao primeiro semestre de 2009.	256
Figura 567: Localização dos Pontos de Monitoramento das Emissões Atmosféricas no Porto	259
Figura 568: Localização das estações de monitoramento meteorológico	266
Figura 569: Rosa dos Ventos – Porto (Área de Influência da Planta Industrial)	267
Figura 570: Rosa dos Ventos– Mina (Área de Influência da Planta Beneficiamento)	268
Figura 571: Média mensal de Temperatura em 2009 (Porto)	269
Figura 572: Média mensal de Temperatura em 2009 (Mina).	269
Figura 573: Média mensal de Pressão Atmosférica em 2009 (Porto).	270
Figura 574: Média mensal de Pressão Atmosférica em 2009 (Porto).	270
Figura 575: Média mensal de Umidade Relativa em 2009 (Porto)	271
Figura 576: Média mensal de Umidade Relativa em 2009 (Mina)	271
Figura 577: Média mensal de Radiação Solar em 2009 (Porto)	272
Figura 578: Média mensal de Radiação Solar em 2009 (Mina).	272
Figura 579: Média mensal de pluviometria em 2009 (Porto)	273



Figura 580: Média mensal de pluviometria em 2009 (Mina).....	273
Figura 581: Localização dos Pontos de Monitoramento de Ruído Ambiental.....	276

ANEXOS DIGITAIS

ANEXO A5

Seções topográficas da borda do platô Saracá

ANEXO B1

Estudos para dimensionamento dos extravasores das bordas dos platôs

ANEXO B2

Padrão operacional de execução - Lançamento de tubulação

ANEXO B3

Procedimento para inspeção de bordas e encostas dos platôs

ANEXO C12

Plano de ação para lançamento de tubulação - Procedimento para instalação de drenos no platô Saracá

ANEXO C13

Plano de ação para lançamento de tubulação - Mapa de localização de drenos no platô Saracá

ANEXO C14

Plano de ação para lançamento de tubulação - Mapa de localização de drenos no platô Saracá Oeste

ANEXO C15

Plano de ação para lançamento de tubulação - Relatório fotográfico das tubulações instaladas no platô Saracá

ANEXO C16

Plano de ação para lançamento de tubulação - Serviços realizados no platô Saracá

ANEXO D5

Coordenadas de localização das estruturas no platô Saracá

ANEXO D6

Mapa planta das caixas de decantação no platô Saracá

ANEXO E1

Programa de inspeção e limpeza - Inspeção de drenagem

ANEXO E2

Padrão operacional de execução - Limpeza de caixas de decantação e canaletas

ANEXO E3

Padrão operacional de execução - Medição de sedimentação, inspeção e limpeza de caixas de decantação e canaletas

ANEXO F5

Relatório da situação das caixas de sedimentação do platô Saracá

ANEXO F6

Serviços de manutenção de caixas de sedimentação das estradas do platô Saracá

ANEXO G2

Laudo de inspeção de área recuperada do platô Saracá

ANEXO H1

Ficha técnica *Road Built* (CaCl₂)

ANEXO H2

Ficha de informação de segurança de produtos químicos *Road Built* (CaCl₂)

ANEXO I1

Controle mensal de compra de sementes

ANEXO I2

Relatório resumido do viveiro florestal da MRN

**ANEXO I3**

Espécies utilizadas no reflorestamento - Saracá

ANEXO J1

Certificados de calibração de equipamentos

ANEXO J2

Laudos de análise físico-química para água superficial

ANEXO J3

Laudos de análise físico-química para efluentes industriais

ANEXO J4

Séries históricas das análises físico-químicas para água superficial

ANEXO J5

Localização e informações de nascentes e piezômetros

ANEXO J6

Laudos de análise físico-química para água subterrânea e nascentes

ANEXO K1

Processo de secagem do minério

ANEXO L1

Avaliação geral dos dados - Estação do Porto

ANEXO L2

Direção X velocidade dos ventos - Estação do Porto

ANEXO L3

Distribuição da frequência dos ventos - Estação do Porto

ANEXO L4

Avaliação geral dos dados - Estação da Mina

ANEXO L5

Direção X velocidade dos ventos - Estação da Mina

ANEXO L6

Distribuição da frequência dos ventos - Estação da Mina

ANEXO M1

Planilha de cálculo e resultados de ruído ambiental 1º trimestre

ANEXO M2

Planilha de cálculo e resultados de ruído ambiental 2º trimestre

ANEXO M3

Planilha de cálculo e resultados de ruído ambiental 3º trimestre

ANEXO M4

Planilha de cálculo e resultados de ruído ambiental 4º trimestre

ANEXO N1

Cronograma de medição de fumaça preta

ANEXO N2

Registro de medição do índice de emissão de fumaça preta

ANEXO N3

Padrão técnico ambiental - Procedimento para monitoramento da emissão de fumaça preta

ANEXO O

Certificados de regularidade IBAMA - Cadastro técnico federal



ANEXOS IMPRESSOS

ANEXO P

Relatório do teste de aplicação do supressor de poeira bioaglopar para redução de poeira nas estradas entre platôs

ANEXO Q

Anotações de Responsabilidade Técnica - ART



1.0 APRESENTAÇÃO

O monitoramento ambiental é um processo de acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, que visa identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo (variações sazonais). Através do monitoramento ambiental torna-se possível a avaliação das interferências sobre um determinado meio em estudo, dando suporte para que medidas sejam adotadas, de forma a mitigar possíveis desvios ocasionados pela interação do homem com o meio ambiente.

A Mineração Rio do Norte S.A. iniciou em 1993 o Programa de Monitoramento Ambiental, constituindo um dos principais componentes do Plano de Gestão Ambiental. Através dele são avaliadas as medidas de controle adotadas sobre todas as interferências com o meio ambiente, inerentes às atividades de mineração, proporcionando uma melhoria contínua do processo produtivo, minimizando seus impactos.

Em 2001 a MRN foi certificada pela Norma ISO 14001, comprovando o aprimoramento do seu sistema de gestão e fundamentando o desenvolvimento em uma relação harmônica com os interesses da sociedade, comunidade e meio-ambiente onde está inserida. A manutenção da certificação é definida como meta corporativa, o que demonstra o compromisso e responsabilidade de todos em relação ao meio ambiente.

Este relatório técnico tem como objetivo o atendimento às condicionantes, parte integrante das Licenças de Operação emitidas pelo IBAMA, através do repasse das informações relativas ao acompanhamento das diversas atividades da MRN. O documento é composto por dezessete capítulos, com os seguintes conteúdos:

- No capítulo 2.0 são relacionados os procedimentos da MRN para controle de borda dos platôs, das seções topográfica e das faixas de proteção de borda;
- No capítulo 3.0 são apresentados os planos e procedimentos para drenagem de minas, dimensionamento e lançamento de tubulação e monitoramento dos estados de conservação das estruturas de drenagem;
- No capítulo 4.0 são listados os planos e procedimentos para drenagem das estradas entre os platôs, dimensionamento das caixas de sedimentação e os programas de inspeção e limpeza das estruturas de drenagem;
- O capítulo 5.0 trata do monitoramento da recomposição da flora nas áreas alteradas por movimentos de massa ou processos erosivos e do programa de inspeção de áreas em recuperação;
- No capítulo 6.0 são descritos os métodos utilizados pela MRN para controle e mitigação de partículas em suspensão e controle de poeira nas estradas;
- O capítulo 7.0 trata do programa de recuperação e revegetação das áreas mineradas;
- No capítulo 8.0 é abordado o programa de monitoramento das áreas florestadas e da metodologia, que vem sendo desenvolvida com o intuito de compor um índice de restauração da biodiversidade;
- O capítulo 9.0 trata do monitoramento da qualidade das águas superficiais nos rios e igarapés no entorno do Empreendimento da MRN. Neste capítulo são avaliados 48 pontos de monitoramento da qualidade da água superficial localizados tanto nas áreas do porto ao longo do rio Trombetas, quanto nas áreas dos platôs minerados em descomissionamento, ou dos platôs que ainda não entraram em operação (pontos de referência). Neste capítulo é apresentado ainda o Índice de Qualidade da Água (IQA) ao longo dos meses do ano de 2009.
- O capítulo 10.0 trata do monitoramento das variáveis de qualidade das águas e efluentes das estações de tratamento destes na área industrial, e dos separadores de água/óleo nas áreas das minas; indicando os possíveis desvios dos limites preconizados na Resolução CONAMA 357/2005 e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG 01/2008;



- No capítulo 11.0 é descrito o programa de monitoramento fluviométrico dos rios e igarapés no entorno do Empreendimento, contabilizando as cotas das lâminas d'água e curvas de descarga;
- No capítulo 12.0 são descritas as condições piezométricas da região, tais como altura do nível d'água e sua relação com os dados de chuva, e são apresentados modelos de distribuição potenciométrica dos níveis da água subterrânea e as direções preferenciais dos fluxos subterrâneos. Neste capítulo é abordado ainda o monitoramento da qualidade da água subterrânea e das nascentes, apresentando os resultados das variáveis e seus desvios com relação às legislações aplicáveis em cada caso;
- No capítulo 13.0 é apresentado o programa de monitoramento atmosférico. Neste capítulo é feita a avaliação da qualidade do ar a partir da rede de estações de monitoramento e apresentados os resultados do controle de emissões gasosas e seus desvios, com relação às legislações aplicáveis em cada caso;
- O capítulo 14.0 aborda o monitoramento meteorológico e suas variáveis climáticas, obtidas a partir das estações de monitoramento meteorológico instaladas pela MRN;
- No capítulo 15.0 é apresentado o programa de monitoramento de ruído;
- No capítulo 16.0 é apresentado o programa de monitoramento dos níveis de opacidade e emissão de fumaça preta de veículos automotores;
- No capítulo 17.0 são apresentadas as considerações finais deste relatório;
- Há exceção do ANEXO P e do ANEXO Q, todos os anexos deste relatório são apresentados em meio digital, em um CD.



1.1 Identificação do Empreendedor

Nome ou Razão Social: Mineração Rio do Norte S.A.
CNPJ: 04.932.216/0001-46
Inscrição Estadual: 15.063.883-3
Inscrição no CTF/IBAMA: 16476
Endereço: Rua Rio Jarí s/nº, Porto Trombetas - Oriximiná - PA
CEP: 65275-000
Cidade: Porto Trombetas - Oriximiná - PA

Representantes Legais:

Gerente de Saúde, Segurança,
Qualidade, Meio Ambiente e
Relações Comunitárias

Nome: Ademar Cavalcanti
Telefone/Fax: (93) 3549-7330
E-mail: ademar.cavalcanti@mrn.com.br

Gerente de Controle
Ambiental

Nome: Milena Alves Moreira
CPF: 031490326-79
Telefone/Fax: (93) 3549-7595
E-mail: milena.moreira@mrn.com.br

Coordenador do
Monitoramento e
Controle Ambiental

Nome: Sanderson Silva Teixeira
CPF: 606843642-04
Telefone/Fax: (93) 3549-7655
E-mail: sanderson.teixeira@mrn.com.br



1.2 Identificação da Empresa Responsável pela Consolidação do Relatório

O relatório ora apresentado foi consolidado pela equipe técnica da Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos, cuja relação completa dos profissionais envolvidos encontra-se apresentada no item 18.0 desse documento.

Empresa Responsável	Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.
CNPJ:	00.636.794/0004-27
Inscrição Estadual:	Isenta
Inscrição Municipal:	0322717-6
Inscrição no CTF/IBAMA:	1225055
Endereço	Rua Buenos Aires nº 68, 33º andar, Centro, Rio de Janeiro - RJ
CEP:	20.070-020
Telefone:	(21) 3095-9500
Fax:	(21) 3095-9501
Gerente do Projeto:	Eduardo Chapadeiro



2.0 PROCEDIMENTOS DA MRN PARA CONTROLE DE BORDA DO PLATÔ

Atualmente a MRN realiza suas operações no platô Saracá, preservando as faixas de proteção de borda, em atendimento às condicionantes das respectivas Licenças de Operação (L.O.), conforme descrito abaixo:

- Platô Saracá: A L.O. 021/1993 se encontra em processo de renovação. Esta foi emitida pelo IBAMA em 29 de junho de 2004 e em seu item 2.15 determina à empresa “manter intacta uma faixa de 7 a 10 metros na borda do platô. Não armazenar água a menos de 30m da borda”.

O embasamento técnico para a definição da borda dos platôs tem como fundamentação o parecer técnico elaborado por Sérgio Brito Consultoria Ltda., em março de 2003, já encaminhado para o órgão ambiental, e trata das condições hidrogeológicas nos platôs da MRN.

2.1 Operações na Área de Proteção de Borda

1) Identificação topográfica da linha de borda

A partir da obtenção da autorização de supressão de vegetação, inicia-se o processo de preparação da área para realização da mesma. Caso o desmatamento envolva a área de borda de platô, o topógrafo identifica no campo o ponto onde existe quebra perceptível de inclinação da encosta. Após a definição desta quebra, mede-se 10m numa perpendicular à linha da borda no sentido ao centro do platô. A topografia então abre uma picada na mata de modo a delimitar a faixa de proteção de 10m paralela à linha definida como borda.

No ponto de medida dos 10m são colocadas balizas, amarradas com fitas verde e amarela, e a operação é repetida em intervalos de 20 a 30m; ou coloca-se fita zebraada contínua, paralelamente à borda, até o final da área liberada para corte da vegetação. Esse procedimento visa facilitar a identificação da faixa de preservação pelos operadores do trator, garantindo que durante a realização do desmatamento seja preservada a faixa de proteção paralela à borda, independentemente da existência de reentrâncias do platô. As Figura 1 e Figura 2 ilustram o procedimento de proteção da borda do platô.

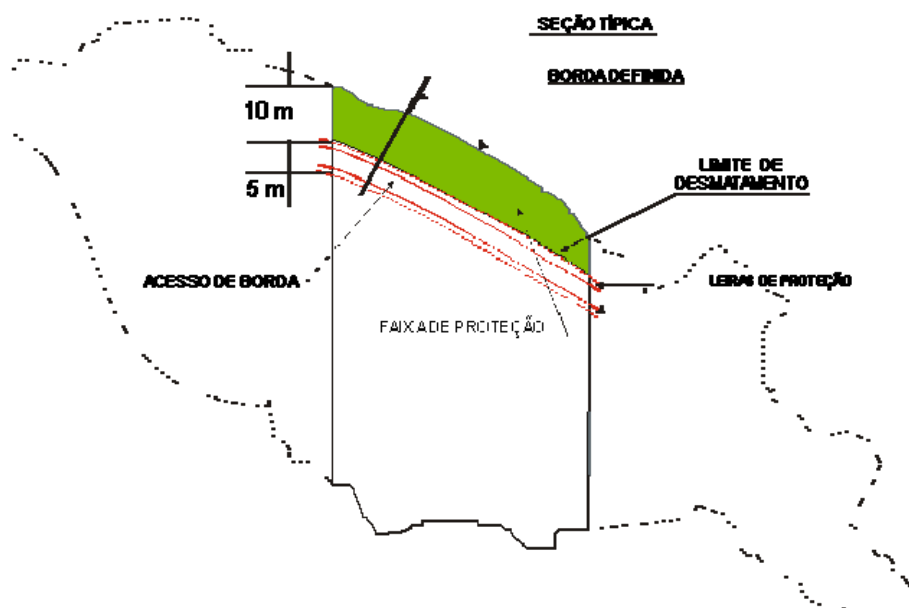


Figura 1: Vista em planta da faixa de proteção de borda do platô.

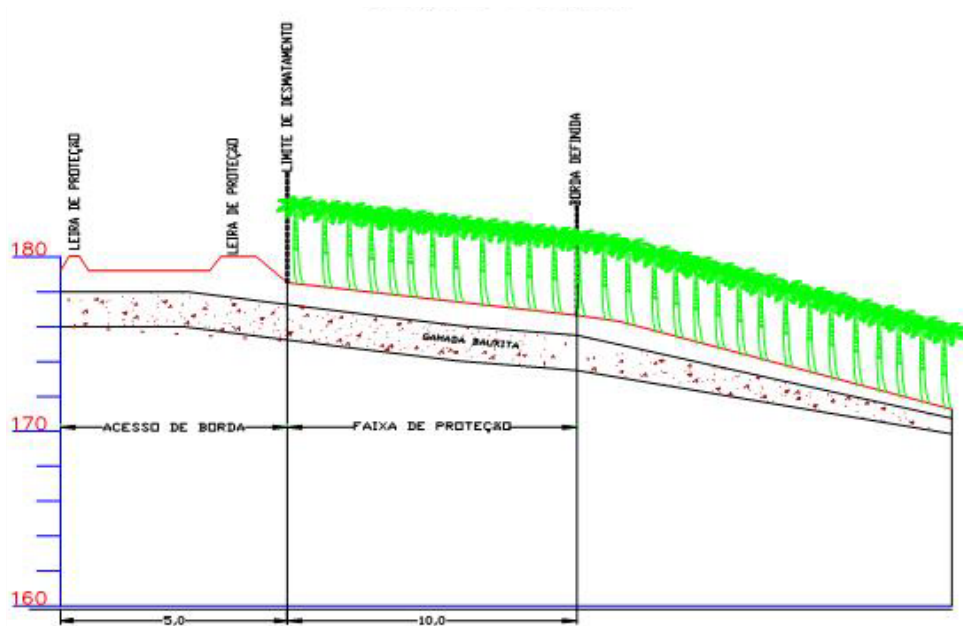


Figura 2: Seção típica em perfil correspondente à figura 1.

2) Desmatamento até o limite da área de proteção

Conforme o documento da MRN "Procedimento para Desmatamento Total da Área com Trator de Esteiras com Cabine de Proteção", inicialmente o mateiro localiza e identifica na faixa demarcada as espécies comerciais com DAP igual ou maior que 45cm. A marcação dessas espécies é feita com fitas zebradas para facilitar a identificação da árvore e a visualização do operador do trator.

O operador do trator deve inspecionar a área antes de iniciar o desmatamento, para certificar-se de que a sinalização e o isolamento foram executados e que todas as árvores de espécies comerciais estão identificadas. Antes de derrubar as espécies comerciais, o operador deve limpar o local de queda para que as árvores não fiquem suspensas ou presas em outras árvores. Sempre que possível, o operador deve direcionar a queda das árvores identificadas para o lado mais próximo dos acessos, devendo também limpar o caminho para o trator florestal (*skidder*) realizar a coleta da madeira útil. O operador do trator deve evitar manobrar ou passar sobre as árvores identificadas e derrubadas.

Anteriormente ao processo de desmatamento, é realizado o resgate da fauna e flora, o qual também ocorre durante e posteriormente ao processo de desmatamento. Inicialmente se desmata a área adjacente à borda, até uma distância de 30m da linha da faixa de proteção da mesma. Só posteriormente é feito o desmatamento criterioso dessa área limite.

3) Preservação do maciço além da faixa de proteção

A MRN mantém mais 5m de faixa no terreno *in situ* além do limite do desmatamento, onde não se decapeia e, conseqüentemente, não se lavra a bauxita, mantendo o maciço intacto no local. Esta faixa é utilizada como estrada de "contorno de borda" e propicia inspeções e controle de drenagens e estabilidade do talude.

4) Escavação do minério

A lavra é feita em faixas de minério que variam entre 20 e 30m de largura, com escavadeira de grande porte carregando caminhões e escavadeiras menores, e caminhões de pequeno porte transportando o minério até o britador. Antes da escavação o minério é desmontado por escarificação com tratores CAT D11.

5) Recuperação física da área lavrada



A cava aberta para a retirada da bauxita é preenchida com a argila do decapeamento de modo a evitar o acúmulo de água próximo à borda, sendo posteriormente reflorestada. Em certos locais são deixados canais, margeando a estrada de borda, com o objetivo de direcionar as águas da chuva para determinados pontos, onde são instaladas tubulações para drenar para o pé do platô, evitando erosão e concentração de água próxima à borda.

6) Procedimento para verificação do limite definido para proteção de borda

Inicialmente abrem-se picadas na perpendicular à borda. Estas podem variar entre si em intervalos de 30 a 60m. Tal variação é influenciada pelas reentrâncias que definem o contorno dos platôs. As distâncias entre as seções diminuem quando a borda é mais sinuosa.

A picada é estendida além da borda definida para o desmatamento, à jusante, variando entre 10 e 50m de comprimento. Essa picada é utilizada pela topografia para medição das distâncias, e levantamento do grau de inclinação das rampas entre os pontos: do limite de desmatamento à borda, e da borda até a meia encosta.

Essas seções são utilizadas para identificação geológica da borda. O geólogo desce ao longo do perfil, avaliando a área de entorno, à procura do afloramento de bauxita e/ou de laterita ferruginosa. Durante a avaliação do maciço encontrado, leva-se em consideração o posicionamento das estruturas características dessas rochas (colunares na vertical e/ou tabulares na horizontal) para confirmar se o bloco é *in situ* ou colúvio. Se na análise for diagnosticado que o maciço é *in situ*, observa-se a continuidade lateral da camada para definir a borda geológica. Se for colúvio, é medida a distância e registrada na seção, indicando que a borda geológica está mais acima desse ponto.

Determinada a borda geológica, ela é identificada com estacas amarradas com fitas e faz-se medição do limite de desmatamento até essa borda. Essa medida é utilizada para fazer a comparação com a borda definida pela topografia. As informações coletadas pela topografia e pela geologia são utilizadas para gerar seções de cada ponto definido, e para as análises e comparações com as bordas deixadas.

2.2 Resultados

2.2.1 Platô Saracá

Não houve desmatamento na mina do platô Saracá no período de janeiro a dezembro de 2009. Assim, não foram realizadas seções de borda nesse período.



3.0 PLANO DE DRENAGEM DE MINA

Neste item são apresentados os projetos de drenagem das minas em operação e em descomissionamento, sendo contemplados os lançamentos das tubulações e considerando as orientações do Estudo para Dimensionamento de Extravasores de Bordas dos Platôs. O Estudo visa garantir a drenagem das águas pluviais de cima dos platôs para o talvegue, evitando acúmulo de água próximo às bordas e erosões por transbordo nas encostas, garantindo a drenagem das áreas desmatadas, lavradas e dos acessos para as frentes de lavra.

3.1 Locais para Instalação da Tubulação

Os locais para a instalação da tubulação são definidos considerando o plano de lavra de cada mina, o terreno desmatado, a situação do nivelamento de argila para fazer o reflorestamento, os canais de drenagem planejados, a curva de nível do topo da argila variegada e a localização do dissipador no fundo do vale.

Os locais são previamente definidos a partir da informação sobre o avanço de lavra projetado, sendo posteriormente vistoriados pelo responsável pela instalação da tubulação de drenagem, juntamente com o Gerente Técnico de cada mina, para confirmação dos locais selecionados. Eventuais ajustes na posição definitiva dos pontos de drenagem são feitos após o levantamento topográfico da área no período compreendido entre o fim da atividade de lavra e a preparação da área para o plantio.

3.2 Dimensionamento da Tubulação

A metodologia utilizada para o dimensionamento das tubulações está descrita no documento “Estudos para Dimensionamento dos Extravasores das Bordas”, que se encontra no ANEXO B1. O dimensionamento da tubulação considera o tamanho da bacia de contribuição pluvial da área a ser drenada, e a distância mínima que a bacia deve estar da borda do platô.

3.3 Procedimento para Lançamento de Tubulação

A tubulação é lançada considerando a menor distância entre o ponto definido no alto do platô e a área plana no fundo do vale. Após definir o local da descida da tubulação, é feita uma picada. A vegetação fina dos locais onde serão manuseados os tubos é suprimida na largura de um metro, desviando-se das árvores grossas. Não deixa-se tocos para que não haja acidentes de queda, corte e torção envolvendo profissionais que executam a tarefa.

Os tubos são descidos um a um através de cabos de *nylon* com dispositivos de freio e de encaixe na ponta inferior da tubulação para evitar que ela escorregue descontroladamente na encosta. Utilizam-se alavancas para guiar a direção desejada. Os tubos são posicionados do ponto mais baixo e plano até chegar próximo à estrada de contorno da borda do platô. Uma vez que o tubo esteja alocado, retira-se o cabo para prosseguir a descida de um novo tubo.

Os tubos são emendados com acoplamento tipo abraçadeira com dois parafusos e anel de vedação para evitar vazamentos. Eles sempre são acoplados de baixo para cima ou de cima para baixo, utilizando-se a abraçadeira de segurança para facilitar o alinhamento e o encaixe entre as pontas. Usa-se um dispositivo de vedação para a ponta da tubulação, e constrói-se uma berma de proteção quando as tubulações são instaladas no período chuvoso.

Na extremidade inferior da tubulação é construído o dissipador de energia, sendo o solo escavado até um metro de profundidade, e cujo diâmetro varia de acordo com o número de linhas de tubos. Após a escavação é montada a estrutura com madeira para receber o revestimento de correia, cuja borda superior deve estar 30cm acima no nível natural do solo, com vistas a evitar a queda e o confinamento de pequenos animais no interior do dissipador.



Na colocação da extremidade superior da tubulação, é necessário escavar o local a fim de descer a tubulação para o nível inferior, a 50cm do fundo da bacia. O corte na encosta deve ter caimento suficiente para o tubo fazer a drenagem. Para os primeiros metros a declividade de assentamento dos tubos é igual a 1,00%. A tubulação nunca deve ficar assentada diretamente sobre o lageiro (bauxita ou laterita). Caso isso ocorra, deve-se colocar uma camada de argila para não haver infiltração de água entre o material e o tubo. Após unir a tubulação à bacia, a vala é fechada com a argila retirada da própria escavação. A compactação deve ser iniciada somente após se ter colocado 1m de altura de material acima da tubulação. Após a conclusão do aterro, devem ser abertos furos na tubulação que irão servir de suspiros. Devem ser feitos 4 furos de 1 polegada em cada linha, quantidade essa suficiente para evitar pressões internas nas tubulações que poderão lhe ocasionar achatamento.

A bacia para colocar o gabião é deixada para reflorestamento durante o espalhamento de argila ou durante a lavra. O gabião é colocado ao nível do solo em cima de um lastro de material argiloso, com espessura de 20cm.

As gaiolas de arame são transportadas desmontadas, nos locais elas são armadas e suas laterais unidas com arame galvanizado. Também é entrelaçado o fundo com as laterais para não haver deformação do cubo, que geralmente mede 3m x 1m x 1m ou 2m x 1m x 1m, variando de acordo com a necessidade. O tamanho do gabião é calculado em função do número de linhas de tubos de 12", conforme Tabela 1.

Tabela 1: Dimensionamento do filtro gabião

Número de linhas	Perímetro (m)	Área (m ²)
1 Linha	8,00	16,00
2 Linhas	14,00	28,00
3 Linhas	24,00	48,00

Essa área de filtragem serve para garantir a descida de água filtrada e para que a tubulação trabalhe com 100% de vazão quando houver aumento no nível da água nas bacias. Em todas as situações, não se deve considerar como perímetro de filtragem as gaiolas usadas para escoramento de taludes. As gaiolas são preenchidas com bauxita granulada lavada, em uma ou duas camadas de altura, para não deixar passar água sem filtrar. A cota da altura do gabião deverá ser sempre inferior à cota superior do aterro na estrada de borda.

A parte externa do gabião é revestida com uma manta biotextil porosa, que funciona como filtro para as partículas sólidas da água, sendo substituídas à medida que se apresentam colmatadas. A manta tem um metro de altura e é fixada com arame galvanizado. Sobre a última camada do gabião é colocada uma tela (alamedado) para evitar a passagem de pedaços de madeira no caso da água transbordar sobre o gabião. O padrão de execução para instalação de tubulações é apresentado no ANEXO B2.

3.4 Monitoramento da Drenagem da Mina

O monitoramento e a manutenção da drenagem das minas são executados segundo o "Procedimento para Inspeção de Bordas e Encostas dos Platôs", que se encontra no ANEXO B3.

3.5 Plano de Ação de Lançamento de Tubulação

3.5.1 Platô Saracá

Na mina do Saracá Oeste foi planejado o lançamento de 6 tubulações no ano de 2009, tendo sido executadas 5 tubulações (ANEXO C12). A localização das tubulações lançadas são apresentadas no mapa do platô Saracá (ANEXO C13) e Saracá Oeste, (ANEXO C14) e o relatório fotográfico das tubulações da mina saracá é apresentado no ANEXO C15.



A partir das inspeções realizadas foram identificadas e programadas ações para realização de serviços de rotina, manutenção e correção das drenagens. Tais ações foram cadastradas em um banco de dados, e os serviços realizados durante o ano de 2009 são apresentados no ANEXO C16.



4.0 MONITORAMENTO DA DRENAGEM DE ESTRADAS DOS PLATÔS

Este programa tem por objetivo monitorar as estruturas instaladas ao longo das estradas de acessos entre platôs tais como caixas de sedimentação e canaletas. Essas estruturas possibilitam o processo de sedimentação de resíduos sólidos, carregados durante o escoamento superficial nos momentos de precipitação pluviométrico, evitando o assoreamento dos igarapés.

Neste item são apresentados os métodos de dimensionamento e construção das caixas de sedimentação, a localização das caixas e das canaletas, o procedimento de inspeção e limpeza, a situação atual, o plano de ação de adequação das caixas com pendências e um resumo dos serviços executados no ano de 2009.

4.1 Métodos de Dimensionamento e Construção das Caixas de Sedimentação

Para descrever o método de dimensionamento e construção das caixas neste documento, serão apresentados o conceito de sedimentação ou decantação e os estudos técnicos para dimensionamento e construção.

4.1.1 Decantação ou sedimentação

Decantação ou sedimentação é um processo dinâmico de separação de partículas sólidas suspensas em um líquido, que devido à densidade muito superior à da água, podem ser removidos através da força gravitacional. Outra vantagem é a redução da velocidade de escoamento das águas diretas para os mananciais, reduzindo-se os efeitos da turbulência e depositando as partículas sólidas em uma zona de armazenamento. As partículas que não são removidas na sedimentação, seja por seu pequeno tamanho ou por serem de densidade muito próxima a da água, deverão ser removidas na filtração.

As caixas ou bacias de sedimentação possuem características em função do escoamento, que é horizontal, fazendo a água escoar na direção longitudinal, e em função das condições de funcionamento, que promovem simultaneamente a decantação e o escoamento laminar. A eficiência das bacias de sedimentação está relacionada com a taxa de escoamento superficial pelo tempo, expressa em m³ de água por m² de superfície de decantação por dia.

O período de decantação assegura o tempo de permanência para a água nas bacias de sedimentação, possibilitando a sedimentação das partículas que se deseja remover. A velocidade de escoamento das águas deve permanecer inferior à velocidade de arraste das partículas sedimentadas, para que o material sedimentado não retorne à suspensão.

Os filtros são constituídos de meios filtrantes (bauxita granulada e filtro geotextil), classificados de acordo com sua granulometria e coeficiente de uniformidade, que recebem a água sob vazão controlada.

À medida que a água passa pelo meio filtrante, há a deposição de partículas sobre o mesmo, o que provoca a colmatação da camada superficial e aumenta a perda de carga, tornando-se necessária a lavagem do gabião e a substituição do filtro geotextil.

4.1.2 Dimensionamento da caixa de sedimentação

As bacias de decantação de sólidos são localizadas ao final dos segmentos de valetas, ou nas saídas de canaletas próximos aos talwegues, com o objetivo de evitar o afluxo do material proveniente da terraplenagem para o leito dos cursos d'água, protegendo os igarapés do assoreamento.

As bacias de decantação de sólidos são calculadas com base no tempo de percurso do fluxo dentro da bacia, *versus* tempo de queda da partícula a decantar, devendo ser o primeiro maior que o segundo. A formulação é dada a seguir:



$$V_f = \frac{Q}{B \times H}$$

$$T_f = \frac{L}{V_f}$$

$$T_q = \frac{H}{V_p}$$

V_f = Velocidade do fluxo de líquido dentro da bacia;

T_q = tempo de queda da partícula a decantar;

Q = Vazão de entrada de líquido na bacia;

V_p = Velocidade de queda da partícula;

L = comprimento útil da bacia, entre a entrada e a saída;

H = Altura do líquido na bacia

T_f = tempo de percurso do fluxo dentro da bacia.

$$V_p = \frac{g(\rho_s - \rho_a)D^2}{18\eta} \quad \text{Equação de Stokes}$$

g = aceleração da gravidade = 9,8 m/s²;

ρ_s = massa específica da partícula sólida;

ρ_a = massa específica da água;

η = coeficiente do Poisson (viscosidade dinâmica do fluido);

D = diâmetro equivalente da partícula;

$T_q \ll T_f$

4.1.3 Construção da caixa de sedimentação

As caixas de sedimentação localizadas nas estradas dos platôs foram feitas de acordo com as condições locais, que foram definidas em função de faixas estreitas de desmatamento e dos pontos de drenagem, convergindo para os cursos de água.

O dimensionamento das bacias de decantação de sólidos (Tabela 2) foi elaborado para uma área de contribuição de 2,0 hectares, coeficiente de escoamento superficial de 0,60, e tempo de concentração de 10 minutos, conforme a metodologia apresentada acima, sendo obtidas as seguintes dimensões:

Tabela 2: Dados das bacias de decantação dos sólidos na saída das sarjetas

Descrição	Unidade	Valor
Largura	m	5,00
Comprimento	m	10,00
Altura	m	2,00
Contribuição pluviométrica		
Taxa pluviométrica	mm/h	174,04
Área de contribuição	ha	2,00
Coeficiente de escoamento superficial		0,60
Vazão	m ³ /h	2088,48
Vazão	m ³ /s	0,58
Vertedouro		
Fração da largura da bacia	%	100%



Descrição	Unidade	Valor
Largura	m	5,00
Comprimento	m	10,00
Altura	m	2,00
Largura	m	5,00
Altura da lâmina	m	0,16
Velocidade	m/s	0,73
Reservatório		
Largura média	m	5,00
Comprimento médio	m	10,00
Profundidade livre	m	2,00
Largura do fluxo	m	4,00
Área equivalente do fluxo	m ²	4,00
Velocidade média do fluxo	m/s	0,15
Tempo de residência	h	0,02
Diâmetro do corte		
Poisson	poise	0,01
ρ_s (massa específica da partícula sólida)	g/cm ³	2,67
Velocidade de sedimentação	m/h	8,28
Velocidade de sedimentação	cm/s	0,23
Diâmetro da partícula classificada	μm	50,26

4.2 Localização das Estruturas e Igarapés

■ Platô Saracá

Na estrada do Saracá, no trecho da CAT22 a CAT21, as caixas estão localizadas conforme as coordenadas apresentadas no ANEXO D5 e indicadas no mapa Planta das Caixas de Decantação (ANEXO D6). As estradas do Saracá interceptam dois igarapés, o trecho da CAT22 a CAT21 intercepta o igarapé do Saracazinho (SA CD 05), onde está localizada a captação do Almeidas e outro igarapé próximo a SA CD 08.

4.3 Programa de Inspeção e Limpeza

O programa de inspeção e limpeza das caixas e canaletas possui rotina mensal. Nas inspeções, são avaliados os volumes de material sedimentado nas caixas e nas canaletas, a situação do filtro extravasor e os aspectos de instabilidade das paredes das caixas, bem como os seguintes danos nas canaletas:

- Trincas superficiais ou profundas;
- Trincas devido ao ressecamento e à contração do solo;
- Trincas transversais;
- Trincas longitudinais;
- Depressões de risco para transbordo;
- Erosão superficial;



- Crescimento de vegetação não apropriada (árvores e arbustos);
- Tocas de animais (penetração com potencial de ruptura);
- Laterais das canaletas danificadas;
- Erosões nas laterais das canaletas.

A equipe de inspeção utiliza um *checklist* próprio, denominado Inspeção de Drenagem (ANEXO E1), no qual são contempladas as principais orientações para identificação de possíveis anomalias.

O resultado das inspeções é armazenado em banco de dados para futuras comparações e avaliações. As anomalias levantadas são classificadas conforme sua prioridade: 1 - ação imediata; 2 - ação de curto prazo; e 3 - ação de médio prazo.

Quando as caixas são classificadas como 1, isso é informado à equipe de limpeza durante a inspeção para que a ação seja imediata. Quando classificadas como 2 ou 3, essa equipe é informada no final da inspeção para que na reunião semanal de planejamento da drenagem programe sua limpeza. As caixas classificadas como 2 serão as primeiras a serem limpas.

Quando alguma canaleta está assoreada, imediatamente a equipe responsável é informada priorizando a programação de sua limpeza. A limpeza geral de todas as caixas com assoreamento é realizada durante o período de seca para garantir uma máxima capacidade no período chuvoso.

O plano de limpeza das caixas de sedimentação e das canaletas é baseado nas observações feitas durante as inspeções mensais, que são controladas através do acompanhamento das atividades de rotina do Departamento de Operações Florestais. A execução de limpeza das caixas de sedimentação é realizada conforme Padrão Operacional de Execução de limpeza de caixa de decantação e canaleta (ANEXO E2 e ANEXO E3), e auditorias periódicas são realizadas nas áreas para certificar o cumprimento do programa de monitoramento.

4.4 Resultados das Inspeções

Para a adequação ao Plano de Gestão de Água da Área de Operações de Mina foram feitas inspeções em todas as caixas de sedimentação, tendo sido levantadas suas não-conformidades.

O monitoramento das drenagens das estradas e os serviços executados ao longo do ano de 2009 demonstraram, de uma forma geral, que acompanhamento permite identificar e corrigir desvios em tempo hábil, evitando danos ao meio ambiente por falta de manutenção e/ou limpeza das caixas de sedimentação ou das canaletas. A seguir são apresentados os resultados das inspeções realizadas nas estruturas dos platôs.

■ Platô Saracá

No período de janeiro a dezembro de 2009, foram limpas as caixas SA CD01, SA CD02, SA CD02A, SA CD03, SA CD04, SA CD05, SA CD06, SA CD07, SA CD08, SA CD09 e SA CD13. Todas as verificações provenientes das inspeções foram registradas no Relatório da Situação das Caixas de Sedimentação do Saracá (ANEXO F5). Foram transportados 4.640 m³ de material para a cava de lavra do Saracá V, utilizando 580 carradas de caminhão basculantes em 454 horas trabalhadas.

Os serviços de manutenção nas caixas estão listados na planilha Serviços de Manutenção de Caixas de Sedimentação das Estradas (ANEXO F6).



5.0 MONITORAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO DA FLORA NAS ÁREAS ALTERADAS POR PROCESSOS EROSIVOS

O platô Saracá é acompanhado por um programa de monitoramento nos locais em que ocorreram processos erosivos.

Este programa contempla uma rotina de monitoramento para o controle da estabilidade da borda do platô e das áreas reabilitadas ou em reabilitação. Neste relatório é descrito o método adotado e são apresentados os resultados desse acompanhamento das áreas reabilitadas.

Neste item são apontadas medidas que foram adotadas para a estabilização e recuperação das áreas onde ocorreram processos erosivos e apresenta os resultados do monitoramento das áreas reabilitadas entre 1991 e 2009 nos platôs. As técnicas adotadas objetivaram a interrupção do processo erosivo, a estabilização da encosta, recomposição da flora e a integração da área à paisagem local.

5.1 Métodos de Recuperação e Monitoramento

O Plano Técnico de Recomposição da Flora - PTRF tem por objetivo registrar os métodos utilizados para a reabilitação de áreas que foram alteradas por processos erosivos, apresentando métodos de revegetação e programas de monitoramento da flora em reabilitação.

Na recuperação dessas áreas são utilizadas práticas conservacionistas para a reestruturação dos taludes nas áreas modificadas. Os equipamentos utilizados nessa etapa são *motoscrapers*, escavadeiras e tratores de esteiras. Na revegetação foi utilizada principalmente a hidrossemeadura (aspersão de sementes em meio aquoso) de espécies gramíneas e de leguminosas de crescimento rápido. A drenagem é feita por meio de canaleta e tubulação para condução das águas até o nível mais baixo do terreno.

As medidas adotadas para recuperação das áreas foram as seguintes:

- Implantação de diques Castor em pontos estratégicos da área afetada;
- Implantação de sistema de drenagem para impedir o escoamento de águas superficiais sobre a área afetada;
- Implantação, em curvas de nível, de pequenas estruturas de madeira (associadas ou não com a manta vegetal) para conter o carreamento de solo e diminuir a velocidade do fluxo de água para fora da área afetada, que é desprovida de vegetação;
- Implantação e/ou redimensionamento dos tubos extravasores com base em estudos hidrológicos/hidráulicos. Estes tubos foram dimensionados em função da área de contribuição e da ocorrência de uma maior quantidade de chuvas na região;
- Implantação de bacias de amortecimento, devidamente dimensionadas e posicionadas em relação à borda do platô;
- Redimensionamento e/ou ampliação do canal de drenagem situado ao lado da estrada na borda do platô;
- Revegetação da área.

5.2 Monitoramento das Áreas Alteradas

As áreas alteradas por processos erosivos estão inseridas no cronograma de vistorias e inspeções periódicas, para a avaliação dos indicadores físicos e bióticos que garantam a estabilidade ou que possam indicar a necessidade de medidas complementares.



O método consiste na inspeção *in loco* das áreas recuperadas, onde são verificadas as condições de estabilidade dos taludes, a eficiência do sistema de drenagem - captação e descarga de águas - e o desenvolvimento da vegetação. As inspeções periódicas são feitas semanalmente no período chuvoso (janeiro a junho), e mensalmente durante a estiagem (julho a dezembro).

5.2.1 Platô Saracá

Durante o ano de 2009 foram monitoradas oito áreas no platô Saracá, as quais, no passado, sofreram processos erosivos. São elas: Vivaldão, Maracanã, Mangueirão, Mineirinho, Saracá 2005, Saracá SW4, Saracá 03A, SA16. O ANEXO G2 apresenta os laudos das inspeções realizadas nas áreas recuperadas.

■ Vivaldão (Bloco C Leste)

O Vivaldão está localizado no platô Saracá, borda leste, no antigo Bloco C Leste, onde foram construídas bermas e canaletas de drenagem.

A área encontra-se em processo de reabilitação e está sendo monitorada através do acompanhamento da estabilização dos taludes. Nessa área foi construída uma escada entre as baquetas para facilitar o acesso à área para o monitoramento da estabilidade dos taludes e da drenagem das águas pluviais. Durante a inspeção verificou-se a necessidade de limpeza das canaletas. As figuras abaixo apresentam a área inspecionada.



Figura 3: Área em recuperação



Figura 4: Área em recuperação



Figura 5: Caixa de drenagem e canaleta



Figura 6: Caixa de drenagem e canaleta



Figura 7: Dissipador de energia



Figura 8: Escada de acesso



Figura 9: Placa de identificação de área recuperada

■ Maracanã

O Maracanã está localizado na borda sul, onde foram construídas bermas e canaletas de drenagem. A área foi recoberta com gramíneas nas bermas; verifica-se a ocorrência de processo de regeneração natural. A mesma se encontra em processo de reabilitação, sendo monitorada para o acompanhamento da estabilização dos taludes. Foi realizada limpeza nas escadas, passarelas, canaletas, drenos e caixas de passagem da área em recuperação. As figuras abaixo apresentam a área inspecionada.



Figura 10: Escada de acesso ao dissipador de energia



Figura 11: Vista geral próxima à área de recuperação



Figura 12: Dissipador de energia



Figura 13: Escada de acesso e canaletas

O monitoramento da drenagem da área, durante o período chuvoso, permite o acompanhamento de eventuais instabilizações do terreno. O acúmulo de água nas banquetas é fator crítico para novas ocorrências, o que justifica a importância das manutenções.

Para o levantamento da regeneração natural no primeiro semestre de 2009 foram utilizadas 3 parcelas de 4x50m, nas quais foram identificadas e medidas todas as espécies arbóreas com altura superior a 0,5m. Verificou-se a presença de 16 espécies de 14 famílias, num total de 238 indivíduos cuja altura média é de 1,66m, conforme pode ser visto na Tabela 3. Observa-se um significativo número de espécies que caracterizam o estágio inicial de sucessão, como o tachi e o lacre.

Tabela 3: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas

Espécie	Nome Científico	Família	Altura média (m)	Nº de indivíduos
Tatapiririca	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	3,10	6
Morototó	<i>Schefflera paraensis</i>	Araliaceae	0,68	1
Pará pará	<i>Jacarandá copaia</i> (Aubl.) D.Don.	Bignoniaceae	0,55	1
Breu sucububa	<i>Trattinickia cf. lawrencei</i>	Burseraceae	1,86	1
Tachi dos campos	<i>Sclerobium paniculatum</i>	Caesalpiniaceae	1,32	87
Embaúba branca	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq	Cecropiaceae	3,10	12
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Celastraceae	1,96	5
Lacre vermelho	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Clusiaceae	1,62	100
Palheteira	<i>Clitoria forchildiana</i>	Fabaceae	0,81	1
Pau jacaré	<i>Laetia procera</i>	Flacourtiaceae	0,57	2
Lacre branco	<i>Miconia minutiflora</i> DC	Melastomataceae	1,85	2
Muúba	<i>Bellucia imperialis</i>	Melastomataceae	1,79	5
Acácia mangium	<i>Acácia mangium</i>	Mimosaceae	2,14	10
Mara mara branco	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	Mimosaceae	3,25	2
Capitu	<i>Siparuna guianensis</i> Aublet.	Monimiaceae	2,59	2
Marupá	<i>Simaruba amara</i> Aubl.	Simarubaceae	2,22	1

■ Mangueirão

O Mangueirão localiza-se na borda sul, onde foram construídas bermas e canaletas de drenagem. A área foi recoberta com gramíneas nas bermas, ocorrendo regeneração natural da vegetação. Ela encontra-se em processo de reabilitação, sendo monitorada através do acompanhamento da estabilização dos taludes. Durante a inspeção verificou-se a necessidade de limpeza das canaletas.



Figura 14: Perfil da encosta da área recuperada



Figura 15: Perfil da encosta da área recuperada

Para o levantamento da regeneração natural no primeiro semestre de 2009 foram utilizadas 2 parcelas de 4x50m, nas quais foram identificadas e medidas todas as espécies arbóreas com altura superior a 0,5m. Verificou-se a presença de 6 espécies de 6 famílias, num total de 45 indivíduos cuja altura média é 1,84m, conforme pode ser visto na Tabela 4. Nota-se um significativo número de espécies de estágio inicial de sucessão na área regeneração natural, como o tachi.

Tabela 4: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas

Espécie	Nome Científico	Família	Altura média (m)	Nº de indivíduos
Coração de negro	<i>Swartzia corrugata</i> Benth./ <i>S. panacoco</i> (Aubl.) Cowan.	Fabaceae	0,80	1
Embaúba branca	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq	Cecropiaceae	2,88	2
Lacre vermelho	<i>Vismis cayennensis</i> (Jacq.) pers.	Clusiaceae	2,27	6
Marupá	<i>Simaruba amara</i> Aubl.	Simarubaceae	0,50	1
Tachi dos campos	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Caesalpiniaceae	1,72	34
Tatapiririca	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	3,80	1

■ Mineirinho

O Mineirinho está localizado na borda sul, onde foram construídas bermas e canaletas de drenagem. A área foi recoberta com gramíneas nas bermas, ocorrendo regeneração natural da vegetação. A área encontra-se em processo de reabilitação, sendo monitorada através do acompanhamento da estabilização dos taludes. Durante a inspeção verificou-se a necessidade de limpeza das canaletas.



Figura 16: Caixa de drenagem



Figura 17: Canaleta natural para escoamento das águas pluviais



Figura 18: Placa indicativa de área em recuperação



Figura 19: Vista geral da área em recuperação

Para o levantamento da regeneração natural no primeiro semestre de 2009 foram utilizadas 2 parcelas de 4x50m nas quais foram identificadas e medidas todas as espécies arbóreas com altura superior a 0,5m. Verificou-se a presença de 10 espécies de 9 famílias, num total de 183 indivíduos cuja altura média é 1,72m, conforme pode ser visto na Tabela 5. Observa-se um significativo número de espécies de estágio inicial de sucessão na regeneração, como o lacre vermelho e a tapirica.

Tabela 5: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas

Espécie	Nome Científico	Família	Altura média (m)	Nº de indivíduos
Acacia holosericea	<i>Acacia holosericea</i>	Mimosaceae	2,44	1
Acacia mangium	<i>Acacia mangium</i>	Mimosaceae	5,75	4
Breu sucububa	<i>Trattinickia cf. lawrencei</i>	Burseraceae	3,98	2
Cupiúba	<i>Goupia glabra Aubl.</i>	Celastraceae	5,10	1
Embaúba branca	<i>Cecropia hololeuca Miq</i>	Cecropiaceae	0,87	1
Lacre vermelho	<i>Vismis cayennensis (Jacq.) pers.</i>	Clusiaceae	1,53	153
Morototó	<i>Schefflera paraensis</i>	Araliaceae	1,36	3
Muúba	<i>Melastomataceae</i>	Melastomataceae	3,00	1
Sucupira preta	<i>Diploptropis triloba</i>	Fabaceae	4,60	1
Tatapiririca	<i>Tapirira guianensis Aubl.</i>	Anacardiaceae	1,86	16



■ Saracá 2005

O Saracá 2005 está localizado na borda norte, antigo Bloco Moura II, onde foram construídas bermas, canaletas de drenagem, tubulação de drenagem e filtros. A área foi recoberta com gramíneas nas bermas. A área encontra-se em processo de reabilitação, sendo monitorada através do acompanhamento da estabilização dos taludes; durante a inspeção foi identificada a necessidade de podar a vegetação no entorno das caixas de drenagem e escadas. As figuras abaixo ilustram a área monitorada na área do Saracá 2005.



Figura 20: Área de bermas com gramíneas e leguminosas



Figura 21: Área de bermas com gramíneas



Figura 22: Área em recuperação



Figura 23: Área em recuperação



Figura 24: Caixa de drenagem



Figura 25: Escada de acesso



Para o levantamento da regeneração natural no primeiro semestre de 2009 foram utilizadas 3 parcelas de 4x30m na parte baixa e 2 parcelas de 20x20m, nas quais foram identificadas e medidas todas as espécies arbóreas com altura superior a 0,5m. Verificou-se na área dos taludes a presença de 11 espécies de 9 famílias, num total de 45 indivíduos cuja altura média é de 0,98m, conforme pode ser visto na Tabela 6. Observa-se um significativo número de espécies de estágio inicial de sucessão, como o lacre e a muúba.

Tabela 6: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas

Espécies	Nome científico	Família	Altura média (m)	Nº de indivíduos
Abiurana amarela	<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae	0,33	1
Curumizeiro	<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	0,92	1
Desconhecida	Desconhecida	Desconhecida	2,15	1
Embaúba vermelha	<i>Cecropia gloziovii Sneathl.</i>	Cecropiaceae	0,62	6
Fava camuzê	<i>Stryphnodendron guianensis Benth.</i>	Mimosaceae	0,32	1
Lacre vermelho	<i>Vismis cayennensis (Jacq.) pers.</i>	Clusiaceae	0,84	12
Mara mara branco	<i>Cedrelinga catenaeformis Ducke</i>	Mimosaceae	0,80	4
Muúba	<i>Bellucia imperialis</i>	Melastomataceae	1,11	13
Pau gaivota	<i>Cróton lanjouvellosii</i>	Euphorbiaceae	2,48	3
Quinarana	<i>Geissospermum vellosii</i>	Apocynaceae	0,79	1
Seringa barriguda	<i>Hevea spruceana Muell. Arg.</i>		0,42	2

Já para levantamento da parte baixa foi verificada a presença de 19 espécies de 13 famílias, num total de 246 indivíduos cuja altura média é 1,65m, conforme pode ser visto na Tabela 7. Observou-se também um significativo número de espécies de estágio inicial de sucessão, como o lacre.

Tabela 7: Lista de espécies, densidade e altura média das espécies inventariadas

Espécies	Nome científico	Família	Altura média (m)	Nº de ind
Tatapiririca	<i>Tapirira guianensis Aubl.</i>	Anacardiaceae	0,94	12
Açaí	<i>Euterpe oleracea Martius</i>	Arecaceae	1,22	25
Tachi vermelho	<i>Sclerobium sp.</i>	Caesalpiniaceae	2,40	2
Embaúba branca	<i>Cecropia hololeuca Miq</i>	Cecropiaceae	1,19	10
Embaúba turén	<i>Cecropia sp.</i>	Cecropiaceae	3,42	10
Cupiúba	<i>Goupia glabra Aubl.</i>	Celastraceae	1,79	3
Lacre vermelho	<i>Vismis cayennensis (Jacq.) pers.</i>	Clusiaceae	1,86	122
Aramira	<i>Connarus rubs (P & E) Plach.</i>	Connaraceae	0,45	1
Cipó de fogo	<i>Doliotropis dentatus</i>	Dilleniaceae	2,20	1
Sucupira amarela (igapó)	<i>Diplotropis purpúrea var. brasiliensis</i>	Fabaceae	2,20	1
Uxi de morcego	<i>Vantanea sp.</i>	Humiriaceae	1,21	1
Lacre branco	<i>Miconia minutiflora DC</i>	Melastomataceae	3,49	8
Muúba	<i>Bellucia imperialis</i>	Melastomataceae	0,66	4
Acacia mangium	<i>Acacia mangium</i>	Mimosaceae	3,69	2
Ingá peludo	<i>Inga rubiginosa</i>	Mimosaceae	1,32	1
Ingá redondo	<i>Cecropia sp.</i>	Mimosaceae	1,49	2
Mara mara branco	<i>Cedrelinga catenaeformis Ducke</i>	Mimosaceae	1,05	16
Apuí	<i>Ficus gomelleira</i>	Moraceae	0,66	23
Muiratinga amarela	<i>Maquira guianensis</i>	Moraceae	0,57	1

■ Saracá SW 4

A Saracá SW 4 está localizada no platô Saracá Oeste. Em fevereiro de 2009 ocorreram processos erosivos na área e atualmente ela se encontra em reabilitação, sendo monitorada através do acompanhamento da estabilização dos taludes. As figuras abaixo ilustram a área monitorada na Saracá SW 4.



Figura 26: Barragem castor



Figura 27: Barragem castor



Figura 28: Barragem castor



Figura 29: Valeta de crista

■ Saracá 03 A

A área Saracá 03 A está localizada na borda norte do platô. Em maio de 2008 ocorreram processos erosivos na área e ela atualmente se encontra em reabilitação, sendo monitorada através do acompanhamento da estabilização dos taludes.

As figuras abaixo ilustram a área monitorada na área do Saracá 03 A e apresentam o estágio inicial do processo erosivo natural, o processo erosivo induzido pelas atividades antrópicas, bem como as ações posteriormente executadas para a recuperação e o monitoramento da área.



Figura 30: Erosão natural – área em recuperação



Figura 31: Erosão natural – área em recuperação



Figura 32: Erosão natural – área em recuperação



Figura 33: Erosão natural – área em recuperação



Figura 34: Erosão natural – barragem de toras



Figura 35: Erosão natural – caixa dissipadora leste



Figura 36: Erosão natural – caixa dissipadora leste



Figura 37: Erosão natural – caixa dissipadora oeste



Figura 38: Erosão natural – valeta de crista



Figura 39: Erosão antrópica – área em recuperação



Figura 40: Erosão antrópica – barragem castor



Figura 41: Erosão antrópica – caixa dissipadora



Figura 42: Erosão antrópica – caixa dissipadora



Figura 43: Erosão antrópica – valeta de crista

■ SA 16

A área SA 16 está localizada na borda norte do platô. Em janeiro de 2008 ocorreram processos erosivos na área e ela atualmente se encontra em reabilitação, sendo monitorada através do acompanhamento da estabilização dos taludes. Durante a inspeção realizada verificou-se a necessidade de fazer o prolongamento da tubulação e um segundo dissipador, o qual já se encontra em fase de construção. A possibilidade de novo movimento de massa na área foi classificada como de risco médio. As figuras abaixo ilustram a área monitorada.



Figura 44: Área em recuperação



Figura 45: Área em recuperação



Figura 46: Barragem castor



Figura 47: Barragem castor

5.3 Conclusão

A situação atual das áreas monitoradas no período entre janeiro a dezembro de 2009 mostra que o acompanhamento das mesmas permite a identificação e a correção de desvios provocados pela obstrução das canaletas, por acúmulo de material orgânico disperso pela vegetação existente e pelo crescimento excessivo da vegetação sobre as escadas de monitoramento e no interior das canaletas; este último dificultando o escoamento de águas pluviais. Todas as não conformidades foram resolvidas antes de provocarem instabilidade e danos nas áreas recuperadas.



6.0 CONTROLE E MITIGAÇÃO DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO

Neste item são apresentados os procedimentos referentes à utilização do cloreto de cálcio e aspersão com água para a redução da geração de poeira nas estradas entre os platôs em operação da MRN. O item 6.1 faz referência ao teste de aplicação de supressor orgânico de poeira, ao qual é encaminhado como anexo em meio impresso.

6.1 Teste de Aplicação do Supressor de Poeira BIOAGLOPAR

O relatório contendo os resultados, os procedimentos de preparo de solução supressora de poeira e os procedimentos de preparo das estradas para aplicação do produto orgânico para redução de poeira encontra-se impresso no ANEXO P intitulado “RELATÓRIO DO TESTE DE APLICAÇÃO DO SUPRESSOR DE POEIRA BIOAGLOPAR PARA REDUÇÃO DE POEIRA NAS ESTRADAS ENTRE PLATÔS”.

O relatório constante do ANEXO P será encaminhado somente na Versão Integral do relatório de Minas em Operação e Descomissionamento e Monitoramento Ambiental - 2º Semestre 2009.

6.2 Aplicação de Cloreto de Cálcio

Utiliza-se, nas estradas entre minas e nas áreas com intenso tráfego de veículos e equipamentos (britadores), um produto supressor de poeira a base de cloreto de cálcio, denominado comercialmente de *Road Built*. Este produto é fabricado e comercializado no Brasil pela empresa IPC do Nordeste Ltda., localizada no Pólo Petroquímico de Camaçari, no estado da Bahia. O *Road Built* é constituído basicamente por cloreto de cálcio di-hidratado, em forma de pó, na concentração de 78-80% CaCl_2 contido. As principais propriedades físico-químicas do cloreto de cálcio, que o qualificam como importante supressor de poeira são:

- Alta higroscopicidade;
- Forte resistência à evaporação;
- Alta solubilidade em água;
- Forte ionização em água.

Outras características do produto estão descritas na Ficha Técnica (ANEXO H1) e na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (ANEXO H2).

A aplicação foi realizada entre os dias 20 de julho a 14 de agosto de 2009, nos trechos das estradas, conforme as informações abaixo:

- No Saracá V, com início no final do asfalto, coordenada UTM 564495 / 9814387 e final no Britador do Saracá V, coordenada UTM 558804 / 9814310.
- No Saracá W, com início no pátio do Britador do Saracá V, coordenada UTM 558804 / 9814310, e final no acesso SW3, coordenada UTM 556467 / 9814542.

6.2.1 Preparo da solução

A solução do supressor de poeira é obtida a partir da adição do *Road Built* dentro do caminhão-pipa parcialmente cheio com água. Utiliza-se o sistema moto-bomba instalado no veículo para facilitar a dissolução do produto através da recirculação da solução no tanque do caminhão-pipa. Para a preparação da solução de supressor de poeira, foram colocados 2/3 de água no caminhão-pipa com tanque de 20.000 litros e adicionados 160 sacos de 25 kg (4.000 kg) de *Road Built*, sendo completado com água o reservatório do caminhão-pipa.



litros e adicionados 160 sacos de 25 kg (4.000 kg) de *Road Built*, sendo completado com água o reservatório do caminhão-pipa.

Para preparação de grandes volumes do supressor de poeira é necessário instalar na área uma unidade dotada de tanque com agitador para dissolver o produto, tanque para estocagem da solução e sistemas apropriados de carregamento para utilização de *big-bags* e de enchimento dos caminhões-pipa.

6.2.2 Características do solo da estrada

O solo na região é do tipo laterítico com predominância de argilo-minerais, característicos em jazimentos de bauxita. O percentual de agregados no solo acima de 1mm está muito abaixo do recomendado, que é 80%, devido à inexistência de rochas na região.

O efeito positivo do cloreto de cálcio (CaCl_2) em solos lateríticos é a sua forte capacidade de troca iônica com os argilo-minerais carregados negativamente. A adição do supressor de poeira *Road Built* ao solo laterítico possibilita a substituição dos íons Na^+ presentes nas argilas pelos íons Ca^{++} cedidos pelo CaCl_2 .

Esta troca iônica reduz o índice de plasticidade (IP) das argilas e, conseqüentemente, melhora a estabilização das estradas devido à maior compactação obtida, resultando em um maior índice de suporte califórnia (CBR).

6.2.3 Preparação da estrada

A preparação da estrada para aplicação, foi feita utilizando-se uma motoniveladora para soltar a superfície da estrada que estava compactada, utilizando o escarificador para penetrar o solo em uma profundidade de 5 cm, e lâmina para regularizar e criar uma camada solta de solo para possibilitar a penetração adequada do supressor. Este é o procedimento recomendado quando o solo estiver compactado.

O desempenho do *Road Built* como supressor de poeira está diretamente relacionado a três fatores:

- Concentração da solução em termos de CaCl_2 contido;
- Quantidade adicionada ao solo (litros/m²);
- Profundidade alcançada no solo (cm) pela solução aspergida do supressor.

6.2.4 Procedimento de aplicação

O supressor de poeira deverá ser aplicado através da barra de distribuição traseira do caminhão-pipa sem uso de pressão, apenas por gravidade.

Devido às características do solo laterítico e às condições climáticas da região Amazônica, a aplicação do *Road Built* na MRN deverá ser diferenciada quando comparado com as minas metálicas do sudeste do país. Ao invés de uma forte aplicação para a obtenção de um longo período de supressão de poeira (3-5 meses), múltiplas aplicações de menores intensidades deverão ser realizadas ao longo do ano, provavelmente 3 a 4 aplicações.

O solo laterítico ficaria totalmente saturado e escorregadio se altas taxas de CaCl_2 fossem aplicadas de uma só vez. Ajustes finos nos procedimentos de aplicação do *Road Built* na MRN serão necessários para alcançar a supressão total da poeira nas áreas tratadas durante todo período de estiagem.

6.2.5 Equipamentos

- Equipamentos e Mão de obra



Os equipamentos e a mão-de-obra utilizados são: motoniveladora, caminhões-pipa e mão-de-obra de auxiliar de serviços gerais para aplicação do produto.

6.2.6 Recomendações do fornecedor

Para se obter uma eficiência de supressão total de poeira por mais de 30 dias com uma aplicação do *Road Built*, será necessário fazer alguns ajustes, tais como:

- Aumentar a densidade da solução de 1,24 g/cm³ para 1,30 g/cm³. Dissolver 450 kg de *Road Built* em cada 1.000 litros de água;
- Melhorar o nível de escarificação para uma camada mínima de 5cm de espessura.
- Umedecer bem as áreas com aspersão de água antes de aplicar o supressor *Road Built*;
- Aumentar a taxa de aplicação do supressor para 2,5 litros/m²;
- Fechar ao tráfego as áreas em que o supressor for aplicado por um tempo mínimo de 4 horas;
- Aspergir água somente quando o nível de emissão de poeira estiver bem visível.
- Lançar o produto com aspersão sob pressão através de bicos aspersores de 360 graus.

6.2.7 Monitoramento da qualidade da água

O monitoramento da qualidade da água dos igarapés tem por objetivo possibilitar o conhecimento das condições predominantes nos principais cursos d'água das minas, verificando e eliminando possíveis interferências da atividade de mineração, assim como possíveis implicações com relação à utilização do cloreto de cálcio no processo de controle e mitigação de poeiras nas estradas entre os platôs.

6.2.8 Resultados

Os resultados da aplicação em termos de eficiência na supressão de poeira, não foram iguais para todas as áreas em que o produto foi aplicado. Trinta dias após a aplicação, algumas áreas apresentaram excelentes resultados; outras apresentaram resultados inferiores, onde ocorreu alguma emissão de poeira, porém muito menor que antes da aplicação do produto.

Esta variação nos resultados é reflexo direto das oscilações e variações ocorridas durante a aplicação do produto. Por exemplo, variação na quantidade aplicada por área, na penetração diferenciada do produto devido a oscilações do grau de compactação dessas áreas, tempo em que o trecho ficou sem tráfego, nível de umidade do solo no momento da aplicação, homogeneidade da distribuição do produto nas áreas aplicadas, etc. Todos os fatores mencionados terão maior controle com a continuidade da utilização deste produto e no ajuste no procedimento de aplicação.

Ao comparar os custos e os benefícios entre a aspersão de água e a utilização do cloreto de cálcio para redução de poeira nas estradas entre platôs, o produto testado é mais vantajoso por apresentar menor custo por m², reduzindo a poeira nos locais aplicados. Conseqüentemente, há uma redução na manutenção de estrada, diminuindo o carreamento de sólido para as caixas de dissipação e canaletas, sendo menor a necessidade de limpeza.

6.3 Aspersão de Água

O procedimento de aspersão de água é realizado nas estradas e praças das minas desde o início de suas operações; tendo por objetivo o controle e a mitigação das partículas em suspensão, e assim manter a qualidade da vida e do meio ambiente.



O procedimento de aspersão de água nas minas foi formalizado em 2002, com a certificação no Programa 5S, que se baseia na gestão da qualidade total. O Programa tem como conceito o tratamento do ambiente, considerando a utilização, ordenação, limpeza, higiene industrial e auto-disciplina na mina Saracá, com a finalidade de garantir a minimização das fontes de sujeira conforme o plano de ação de cada mina.

6.3.1 Procedimento para aspersão de água

Ao perceberem sinal de poeira nos acessos, os operadores de caminhões fora-de-estrada, os caminhões rodoviários que transportam minério e os motoristas dos veículos leves que trafegam nas minas são orientados a informar o técnico de turno da operação da mina. O mesmo irá escalar o operador e iniciar os trabalhos do caminhão-pipa para aspergir água nas estradas e praças, a fim de minimizar a poeira em suspensão.

Os equipamentos usados para fazer a aspersão nas minas são: dois caminhões Mercedes Benz, modelo LS 2638, com tanque para 40.000 litros de água e dois caminhões Scania P124 com capacidade para 35.000 litros de água em cada veículo.

6.3.2 Frequência da aspersão de água

A operação de aspersão de água nas estradas e praças é feita durante todo o tempo necessário para minimizar a poeira em suspensão, porém tomando-se o cuidado de não umedecer em excesso, de modo a não deixar as pistas escorregadias e inseguras para a operação.

Mesmo no período chuvoso - janeiro a junho - os caminhões-pipa são acionados quando é detectada visualmente a poeira em suspensão. Durante o período de estiagem - agosto a dezembro - esta operação é realizada em todas as minas durante todo o dia. Nas estradas entre platôs a aspersão é feita durante a madrugada. Em cada platô existe um castelo de água com ponto para abastecimento dos caminhões-pipa.

6.3.3 Controle do consumo de água de aspersão

■ Registro dos dados

Os controles relativos ao consumo de água estão inseridos nas atividades da rotina do Despacho das Minas. Todos os dados referentes à atividade de execução da aspersão de águas em cada mina durante os turnos, são inseridos num banco de dados dentro do Sistema de Gerenciamento da Rotina (SGR), uma ferramenta do Departamento de Operação da Mina (TMO).

■ Volume de água utilizado na aspersão dos acessos às minas

No platô Saracá foi utilizado o volume de 60.970m³ de água para aspersão durante o ano de 2009.

6.3.4 Monitoramento da qualidade do ar

A MRN tem estações de monitoramento da qualidade do ar no platô Saracá. Estas medem as partículas totais em suspensão e as partículas inaláveis. Tais medições geram informações mensais que validam o atual procedimento de aspersão de água nas minas.

O monitoramento da qualidade do ar faz parte do Programa de Gestão Ambiental, que tem por objetivo garantir a minimização dos impactos ambientais de suas operações. A análise dos dados é apresentada neste documento no item 0 referente ao ano de 2009. O gerenciamento é feito através da análise da situação *in loco* e dos resultados medidos.



7.0 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO E REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS MINERADAS

A MRN possui larga experiência em reabilitação de áreas mineradas, tendo desenvolvido ao longo dos anos uma metodologia própria, com o apoio de universidades e instituições de pesquisa.

O objetivo do reflorestamento é garantir após a lavra uma reabilitação da área e estabelecer um sistema auto-suficiente a médio e longo prazo. Nesse item serão detalhadas as atividades referentes ao Programa de Recuperação e Revegetação realizados pela MRN.

A Figura 48 esquematiza as principais etapas do Programa de Recuperação e Revegetação das Áreas Mineradas pela MRN.



Figura 48: Método de lavra com reabilitação simultânea

7.1 Supressão da Vegetação

A supressão da vegetação é realizada sobre a jazida e ocorre à medida que as frentes de lavra avançam. Antes da supressão é realizado o Inventário Florestal das áreas a serem lavradas para que sejam conhecidos o volume de madeira existente na área, a composição de espécies e a cobertura florestal. Assim possibilita-se o aproveitamento da madeira e a orientação das atividades de reflorestamento, subsidiando os pedidos de autorização de supressão da vegetação perante o órgão ambiental competente.

A supressão da vegetação é realizada pela derrubada direta das árvores com tratores de esteira. Vale ressaltar que as árvores com presença de animais silvestres não são derrubadas até que o animal possa se refugiar nas áreas adjacentes ao desmatamento.

Após a supressão da vegetação é realizado o resgate de epífitas, que posteriormente são classificadas em Aráceas, Bromélias e Orquídeas e multiplicadas. Essas plantas são introduzidas nas áreas em reabilitação.

De acordo com o planejamento anual de lavra, para o período de janeiro a dezembro de 2009 estava previsto o desmatamento de 38 ha no platô Saracá V e 40 ha no platô Saracá W, conforme apresenta na Tabela 8.

Tabela 8: Área (ha) prevista para ser suprimida durante o ano de 2009

Áreas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	2009
Saracá V	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Saracá W	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	40
Total	28	10	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	78

A Tabela 9 demonstra o que foi de fato desmatado ao longo do ano de 2009, qual seja, uma área de 38 ha - 40 ha menos do que o previsto.

**Tabela 9: Área (ha) desmatada durante o ano de 2009**

Áreas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	2009
Saracá V	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Saracá W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38

7.2 Preparo do Terreno e Aproveitamento do Horizonte Superficial do Solo (*Top soil*)

Concomitante ao avanço de lavra, as áreas já exauridas são preparadas e reflorestadas, sendo realizada a preparação do terreno para o reflorestamento no período seco - julho a dezembro - e ocorrendo o plantio das mudas no período chuvoso - janeiro a maio.

Após a lavra o material estéril é recolocado na cava de exploração e depois é realizada a primeira operação de preparo do terreno para revegetação, que consiste numa regularização da superfície topográfica.

Após isso, inicia-se a recolocação do *top soil* (horizonte A) proveniente do processo de decapeamento. O horizonte A é rico em material orgânico, propágulos e microorganismos altamente desejáveis para a revitalização do ambiente.

Com o objetivo de incorporar parcialmente a matéria orgânica reaplicada e descompactar o solo em profundidade, é realizada uma escarificação do terreno, promovendo o destorroamento e a aeração do solo e propiciando condições mais favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das espécies arbóreas a serem utilizadas no reflorestamento.

Podem ser averiguadas na Tabela 10 as informações referentes às áreas previstas para serem preparadas nos platôs durante o ano de 2009.

Tabela 10: Áreas (ha) planejadas para serem preparadas para o reflorestamento durante o ano de 2009

Áreas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	2009
Saracá V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saracá W	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	10
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	10

Conforme pode ser observado na Tabela 11, não houveram áreas preparadas no platô Sarcá.

Tabela 11: Áreas (ha) preparadas para o reflorestamento durante primeiro período de 2009

Áreas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	2009
Saracá V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saracá W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



7.3 Viveiro Florestal

Os moradores de cerca de 15 comunidades ribeirinhas e do lago Sapucuí são devidamente orientados pelo corpo técnico da MRN quanto aos procedimentos adequados para a coleta, uso de equipamentos de proteção individual, beneficiamento, secagem e armazenamento de sementes.

As sementes utilizadas na produção das mudas são adquiridas junto aos moradores. Todo mês os comunitários recebem uma relação das espécies/sementes a serem coletadas. Esta atividade proporciona o envolvimento de cerca de 70 famílias e possibilita a geração de renda e melhoria em suas condições de vida.

No decorrer do ano de 2009 foram comprados para o presente Programa, considerando todos os platôs, 5.636,9 Kg de sementes de 139 espécies. A Tabela 12 apresenta a quantidade de sementes adquiridas em cada mês e o ANEXO I1 apresenta a quantidade de sementes adquiridas a cada mês por espécie.

Tabela 12: Relação das sementes (kg) adquiridas junto às comunidades ribeirinhas e no lago Sapucuí

Total de sementes compradas (kg)/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total / kg
	666,6	1.026,1	1.028,9	332,0	449,1	449,4	384,9	322,1	367,5	352,4	258,0	0,0	5.636,9

As sementes são levadas para o viveiro de mudas da MRN, que possui capacidade de produção aproximada de 700.000 mudas. Elas são utilizadas para a produção das mudas usadas no reflorestamento das áreas mineradas, dos tanques de rejeito e do lago Batata.

Estas mudas são produzidas em sacos plásticos, em períodos que variam de dois a 24 meses, e são protegidas por sombrite. Adicionalmente, foram compradas cerca de 115 mil mudas de produtores da região, que são orientados pela equipe técnica da empresa. Durante o ano de 2009 foram produzidas 509.427 mudas nativas no viveiro florestal da MRN. No ANEXO I2 pode ser verificado o resumo das atividades realizadas no viveiro florestal da MRN durante o ano de 2009.

7.4 Revegetação

São realizados plantios de mudas de espécies arbóreas nativas com base nos dados de monitoramento das áreas reflorestadas, na composição florística e na estrutura fitossociológica obtidas no inventário florestal. Para a seleção das espécies utilizadas no reflorestamento são observados os seguintes critérios:

- Adaptação das espécies às condições iniciais de plantio,
- Espécies de rápido crescimento (fechamento do dossel),
- Espécies que atraem a fauna e
- Espécies de interesse econômico.

São utilizadas, em média, 80 espécies por ano. Ao longo dos anos já foram utilizadas aproximadamente 450 espécies. Os plantios são realizados no período chuvoso, que compreende os meses de janeiro a maio. O alinhamento de plantio segue os sulcos provenientes da escarificação do terreno, sendo as mudas plantadas em covas, no arranjo regular, com espaçamento 2x3m (1.667mudas/ha). Na Tabela 13 são apresentadas as áreas (ha), por platô, que haviam sido previstas para serem reflorestadas ao longo do ano de 2009.



Tabela 13: Áreas (ha) previstas para serem reflorestadas

Áreas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	2009
Saracá W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saracá V	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4

As atividades de reflorestamento são realizadas normalmente no período chuvoso que vai de janeiro a maio. Em 2009 uma área de 0,475 ha foi reflorestada no Saracá. A Tabela 14 apresenta as áreas reflorestadas, em hectares, em cada platô, mês a mês ao longo do ano de 2009.

Para o reflorestamento utilizou-se 31 espécies no platô Saracá. As espécies utilizadas no reflorestamento para cada área encontram-se no ANEXO I3.

Tabela 14: Acompanhamento do reflorestamento em 2009

Áreas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Saracá W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saracá V	0	0	0	0	0,475	0	0	0	0	0	0	0	0,475

7.5 Tratos Culturais

Nos locais onde a mortalidade das mudas plantadas é maior ou igual a 10%, é feito replantio. Essas áreas são identificadas e mapeadas por monitoramento pós-plantio, realizado pela equipe do Departamento de Controle Ambiental e, quando necessário o replantio, o mesmo é feito no ano seguinte.

Durante o segundo semestre de 2009 realizou-se o monitoramento das áreas reflorestadas no primeiro semestre do mesmo ano. Essa prática visa garantir o bom desenvolvimento do reflorestamento e de acordo com a necessidade são empregados os tratos culturais, tais como: replantio, roçadas de liberação, adubação de cobertura, combate a formigas cortadeiras e prevenção a incêndios.

A seguir serão apresentados os principais desvios identificados pelo monitoramento, e as respectivas ações corretivas adotadas.

■ Combate a saúvas

O controle de formigas cortadeiras (saúvas) é fundamental para o sucesso de áreas reflorestadas, principalmente no estágio inicial de plantio. Logo, o Departamento de Controle Ambiental da Mineração Rio do Norte, através da equipe técnica de recuperação de áreas degradadas, adota como prática o controle dessas formigas.

Esta atividade ocorre normalmente no segundo semestre de cada ano, coincidindo com o período de estação seca na região de Porto Trombetas, pois o efeito da isca formicida utilizada é mais eficiente. Contudo, durante o primeiro semestre de 2009 observou-se um ataque de saúvas mais intenso nas áreas reflorestadas, tendo sido necessária a realização do controle antes da época, utilizando-se os dias em que fazia sol.

Durante o segundo semestre de 2009, foi percorrida a mina do Saracá, realizando-se o controle de saúvas onde necessário.

■ Controle de espécies invasoras

A chegada de espécies pioneiras nas áreas reflorestadas é normal devido ao grande número de propágulos que estão no solo vegetal, e que são utilizados no processo de preparo de área para o reflorestamento.



Durante o segundo semestre não houve intervenção no Saracá.

■ Avaliação do preparo de área

Esta tarefa consiste no acompanhamento das atividades de preparo de áreas para o reflorestamento, ocorrendo normalmente no período de julho a dezembro de cada ano. Nela são analisados os parâmetros conformidade e topografia do terreno, quantidade de solo vegetal depositado, profundidade de escarificação do terreno e drenagem da área.

Esse acompanhamento, realizado mensalmente, proporciona um *feed back* para a equipe operacional ajustar o preparo das áreas dentro do padrão adotado pela Mineração Rio do Norte, o que resultará em áreas reflorestadas cada vez melhores.

No segundo semestre de 2009, não foram feitas avaliações na mina do Saracá. De uma forma geral, as práticas de recuperação de áreas mineradas adotadas pela Mineração Rio do Norte vêm obtendo bons resultados.



8.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS FLORESTADAS

Em 1996, a MRN iniciou o Programa de Monitoramento das Áreas Reflorestadas, cujo objetivo é realizar uma avaliação científica do *status* da floresta plantada em comparação com a original.

Para o desenvolvimento da metodologia adotada anteriormente, a MRN fez uma parceria com os pesquisadores do Museu Paraense Emílio Goeldi e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, instituições sediadas na região Norte do Brasil e reconhecidas internacionalmente.

As áreas reabilitadas há mais de 20 anos - localizadas no Platô Saracá - demonstram uma tendência evolutiva desses ambientes para uma completa integração ao ecossistema circunvizinho, incluindo seus aspectos sistêmicos, fitossociológicos e faunísticos. Esta afirmação se baseia em um Programa de Levantamento de Parâmetros Ambientais, realizado nas áreas reabilitadas quando comparadas com as áreas circunvizinhas. A tendência natural é a similaridade devido à sinergia ecológica regional, e ao forte fluxo gênico entre os diversos biótipos componentes do ecossistema regional.

Com o objetivo de verificar esta similaridade, no segundo semestre de 2007 a MRN iniciou um trabalho a fim de construir um índice de restauração para as áreas reflorestadas e obter resultados práticos, que possam ser usados na melhoria do seu programa de recuperação e revegetação das áreas mineradas.

No item 8.1 são apresentados os objetivos, a metodologia e os resultados preliminares do zoneamento ecológico; utilizando índices de biodiversidade nos reflorestamentos da MRN, localizados na área da mina em Porto Trombetas, relativos à primeira e a segunda campanhas de campo (realizada pela consultoria STCP Engenharia de Projetos Ltda.). Ademais, o presente documento visa compreender a dinâmica de recuperação e a diversidade biológica das áreas manejadas onde já houve processo de recuperação (PRAD).

Uma outra linha de ação é o desenvolvimento, descrito no item 8.2, de uma metodologia para monitoramento da biodiversidade nos platôs. Recentemente, em 8 de março de 2010, o IBAMA emitiu parecer sobre o desenho amostral elaborado para o monitoramento da biodiversidade nos platôs, incluindo as áreas reflorestadas, a fauna terrestre (vertebrados, invertebrados polinizadores e formigas), o efeito de borda e o deslocamento da fauna provocado pela deflorestação. Este desenho amostral será executado tendo em vista a aprovação, com algumas sugestões de modificações do mesmo, pelo órgão ambiental competente, qual seja o IBAMA.

8.1 Zoneamento Ecológico dos Reflorestamentos das Áreas Mineradas

O Zoneamento proposto visa a subdivisão das áreas reflorestadas em áreas homogêneas, levando em conta os anos dos plantios e considerando os Índices Ecológicos obtidos dos grupos temáticos – Solo, Flora e Fauna.

O conceito de Zoneamento Ecológico exige uma série de entendimentos prévios. Sua aplicação ou utilização em relação a um determinado espaço geográfico exige método, reflexão e estratégias próprias. Não existe qualquer possibilidade de dar à questão um tratamento empírico ou endereçar à ela uma abordagem linear e epidérmica. Os princípios de um verdadeiro zoneamento ecológico não têm condições de serem aplicados a todo e qualquer tipo de região geográfica. Por sua vez, quando aplicável a uma determinada área ou espaço, requer uma multidisciplinaridade plena, pelo fato de pretender identificar as potencialidades específicas ou preferenciais de cada um dos subespaços ou subáreas do território em estudo. Por outro lado, implica em se reconhecer e delimitar espaços defendidos por legislações especiais: parques nacionais, reservas indígenas, reservas biológicas, estações ecológicas, setores críticos dos espaços ecológicos (cabeceras de drenagem, florestas beiradeiras) e outras áreas de proteção obrigatória ou parcial. A amplitude das tarefas a serem realizadas exige uma participação variada de especialistas pertencentes a diferentes áreas do conhecimento (Ab'SABER, 1989).



Segundo PIVELLO et al. (1998, apud SILVA, 2003) o Zoneamento Ecológico é o estabelecimento de unidades homogêneas de paisagem baseado em aspectos do meio físico, do meio biológico e constitucionais. SILVA (2003) sublinha, ainda, que a noção de homogeneidade e heterogeneidade na natureza é muito relativa e dependente da percepção de cada indivíduo. A compreensão do ambiente pelo indivíduo é influenciada pela sua formação, pela sua capacidade de perceber as múltiplas interações/processos existentes, envolvendo diversas escalas de abordagem (espacial e temporal).

Diante desse contexto, percebe-se a necessidade de elaborar zoneamentos que expressem as muitas variáveis medidas sobre um indivíduo/área/unidade de paisagem. O estudo de diversos fatores sobre determinado alvo de trabalho é possível mediante Técnicas Estatísticas Multivariadas.

GERHARDT et al. (2001) definem análise multivariada como um conjunto de técnicas estatísticas que trata de dados correspondentes às medidas de muitas variáveis simultaneamente. As análises multivariadas objetivam reduzir um grande número de variáveis a poucas dimensões com o mínimo de perda de informação, permitindo a detecção dos principais padrões de similaridade, de associação e de correlação entre as variáveis.

ÂNGELO et al. (1988) afirmam que, quando se trata de estudos de vários parâmetros observados, ou medidos sobre um mesmo indivíduo ou unidade amostral, se pode recorrer aos métodos de análises multivariadas com o intuito de melhor explicar a estrutura da massa de dados, sendo os métodos mais comumente usados a Análise Fatorial, a Análise de Grupamentos e a Análise Discriminante.

De acordo com SILVA (2003), os zoneamentos podem ser apresentados na forma de mapas temáticos, matrizes ou índices técnicos. Dessa forma é possível identificar regiões homogêneas dentro de um mesmo território, em função do grupo de variáveis alvo do estudo. Em se tratando de regiões em processo de recuperação ambiental, a elaboração de zoneamentos torna-se fundamental na gestão dos recursos florestais.

Nesse sentido, o zoneamento figura como uma ferramenta ideal para a caracterização atual das comunidades naturais. Através do zoneamento, uma série de informações pode ser revelada, tais quais:

- Avaliação dos processos naturais, levando-se em conta a dinâmica das comunidades naturais;
- Classificação de sítios;
- Padronização das espécies florestais a serem utilizadas nos plantios;
- Estratificação de grupos de flora e fauna;
- Monitoramento dos processos ambientais, considerando o fator tempo como o propulsor de mudanças na dinâmica e na estrutura das comunidades e microrregiões;
- Integração ambiental com as demais atividades desenvolvidas no entorno da área de atuação da MRN.

8.1.1 Objetivos

O objetivo geral do projeto é elaborar o Zoneamento das áreas de reflorestamento da MRN localizadas nos Platôs Saracá, Aviso, Almeidas, Papagaio e Periquito, baseado em Índices Ecológicos.

Os objetivos específicos do zoneamento são:

- Mapear as áreas dos reflorestamentos considerando as áreas homogêneas, cobertura vegetal e solo exposto;
- Obter informações referentes aos aspectos bióticos (Fauna e Flora) e físicos (Solo) das áreas dos reflorestamentos através da coleta de dados em campo e identificar a influência destes fatores na dinâmica da recuperação;



- Elaborar modelos e previsões de monitoramento das áreas reflorestadas através dos índices calculados.

8.1.2 Metodologia e procedimentos adotados

As atividades de coleta de dados dos grupos temáticos (solo – fauna – flora) foram desenvolvidas em duas campanhas de campo, com duração de um mês cada. A 1ª campanha foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2009 e a 2ª campanha no mês de novembro do mesmo ano.

A tabulação e as análises dos dados das áreas temáticas foram realizadas durante o intervalo entre as campanhas. As etapas referentes à análise estatística e o cálculo para a geração dos índices de restauração, e posterior Zoneamento Ecológico dos Reflorestamentos da MRN, foram finalizados após a 2ª campanha.

8.1.3 Unidades amostrais

As unidades amostrais foram instaladas com o objetivo de abranger todas as idades de plantios do platô Saracá onde é realizada a recuperação ambiental. Por se tratar de um estudo que envolve aspectos da estrutura e da dinâmica das áreas em recuperação, as parcelas foram georreferenciadas e fixadas de modo permanente (Tabela 15). Embora o objetivo inicial do estabelecimento de parcelas permanentes seja para a atualização dos índices e do próprio Zoneamento, através de novas coletas de dados dos grupos temáticos, analisados em intervalos de tempo pré-definidos, esse procedimento também permite efetuar estudos científicos e de monitoramento dessas parcelas ao longo do processo de recuperação.

Tabela 15: Relação dos Platôs, Anos de Plantios e Número de Parcelas Instaladas

Platôs	Anos de Reflorestamentos	Parcelas Permanentes
Saracá	1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1992, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009	34

8.1.4 Coleta das informações das áreas temáticas

8.1.4.1 Solos

Amiúde os solos de áreas degradadas apresentam baixos níveis de nutrientes e com características físico-químicas diferenciadas, quando comparados ao solo original. Com efeito, o sucesso inicial na recuperação de tais áreas depende das práticas de manejo a serem efetuadas nos solos e das espécies utilizadas para a recomposição da vegetação, promovendo, assim, o restabelecimento dos processos ecológicos originais.

GOMES-POMPA & WIECHERS (1979), sublinham os estudos sobre solos como ponto relevante para a regeneração dos ecossistemas tropicais e subtropicais, devendo ser considerados para o melhor entendimento e planejamento dos processos ecológicos.

Portanto, a verificação dos parâmetros pedológicos nas áreas em recuperação após a lavra de bauxita é muito importante, pois permite analisar a evolução da fertilidade e da estrutura desses solos.

8.1.4.1.1 Coleta e preparo das amostras

As amostras de solos foram coletadas dentro das mesmas parcelas permanentes utilizadas nos estudos do meio biótico. As coletas foram realizadas em duas profundidades por parcela (0-20 cm e 20-40 cm) com o auxílio de trado tipo holandês. As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas com etiquetas contendo as seguintes informações: local da coleta (Platô), ano do plantio/parcela e profundidade de coleta.



8.1.4.1.2 Análise físico-química

As amostras foram enviadas ao Departamento de Ciência do Solo (LSO) da ESALQ/USP para a realização das análises.

8.1.4.1.2.1 Análise física (granulometria)

Foram analisadas as concentrações dos seguintes parâmetros:

Areia Total, Silte, Argila com Dispersante

8.1.4.1.2.2 Análise química

Foram analisados e determinados os seguintes parâmetros químicos:

pH (em H₂O), pH (em KCl 1N), M.O (matéria orgânica), P, K, Ca, Mg, Al⁺³, H+Al⁺³, Cálculos SB, T, V%, m%, Na

8.1.4.2 Fauna

8.1.4.2.1 Avifauna

Para avaliar os efeitos do processo de restauração na composição da estrutura da comunidade de aves da região das áreas em recuperação da MRN foram utilizados os seguintes métodos:

8.1.4.2.1.1 Tabulação dos dados pré-existent

De acordo com as informações disponíveis em estudos pretéritos realizados na região da FLONA Saracá-Taquera, foram levantados os registros confirmados e as espécies com potencial de ocorrência nas áreas dos reflorestamentos e imediações. Como existem diversos relatórios de diversos autores e anos diferentes, com pouca sistematização entre eles, estas informações foram utilizadas em caráter de consulta e confirmação de alguns registros. A nomenclatura e ordenação filogenética das espécies seguiu o CBRO (2009).

8.1.4.2.1.2 Coleta de dados em campo

Para obtenção dos dados foram realizadas amostragens por ponto de escuta e observação (RALPH et al., 1993). Cada ponto foi representado por um transecto (linha) de 200 metros o qual foi percorrido, sendo anotados os registros visuais e sonoros das aves. A amostragem teve duração total de uma hora em cada linha, sendo realizada de modo aleatório, conforme os registros ocorriam ou exigiam o deslocamento do observador. Os pontos foram amostrados entre os horários das 6h30min e 10h30min, no período matutino e entre 15h30min e 18h30min, no período vespertino.

O uso de um gravador de som para registros de vocalizações foi necessário para a identificação dos indivíduos que não puderam ser visualizados. Eventuais gravações foram comparadas com banco de dados de arquivo particular ou pela internet, disponível no endereço <http://www.xeno-canto.org>.

Devido à restrita disponibilidade de tempo para realização dos registros, algumas espécies que necessitam de maior acurácia para uma identificação mais detalhada, não puderam ser identificadas em nível específico. Desta forma, cada indivíduo registrado foi classificado quanto ao menor táxon possível, no mínimo quanto à família e, quando possível, em gênero e espécie.



8.1.4.2.1.3 *Análise dos dados*

As espécies registradas, seja visualmente ou auditivamente, foram classificadas quanto ao hábito/nicho alimentar de duas formas: separados entre especialistas e generalistas e também dentro de seis categorias de guildas tróficas¹: Insetívoros, Onívoros, Frugívoros, Carnívoros, Nectarívoros, e Granívoros, de acordo com a bibliografia levantada ou comentada por SICK (1997).

Como especialistas foram classificadas as espécies pertencentes aos grupos associados a recursos específicos, como as famílias dos picídeos, dendrocolaptídeos, formicarídeos, piprídeos, cotingídeos, além de situações espécie-específicas, de acordo com a disponibilidade de informação.

8.1.4.2.2 *Mastofauna*

O inventário de mamíferos de médio e grande porte foi realizado através do método de busca ativa por registros diretos e indiretos (BECKER e DALPONTE, 1991), caracterizados a seguir:

8.1.4.2.2.1 *Registros indiretos*

Representa um método de busca que verifica a presença de sinais como pegada, fezes, pêlos e vocalização através do deslocamento aleatório e lento dentro das áreas reflorestadas e nativas. Objetiva vistoriar o maior número de ambientes (diferentes) do local, assim como nos trechos de estradas e acessos não pavimentados mais próximos das parcelas, principalmente para o encontro de pegadas.

8.1.4.2.2.2 *Registros diretos*

Consiste no registro por visualizações de animais através do deslocamento lento dentro das áreas reflorestadas, e nos trechos de estradas e acessos não pavimentados mais próximos das parcelas. Os registros realizados com deslocamento com carro também foram considerados, quando este ocorreu próximo às parcelas.

Este método foi aplicado concomitantemente por quatro coletores nos períodos diurno e noturno. O esforço amostral foi de seis horas/procura por Unidade Amostral.

8.1.4.2.3 *Herpetofauna*

Foram empregados os métodos de coleta por procura limitada por tempo (PLT) e encontro ocasional (EO), descritos a seguir:

8.1.4.2.3.1 *Procura Limitada por Tempo (PLT)*

Consiste no deslocamento dentro das parcelas durante o período diurno e noturno, procurando por répteis através da visualização dos ambientes do local, abrangendo o maior número possível de microhabitats, inspecionando tocas, serapilheira, troncos caídos e ramos de árvores com altura de até três metros. O esforço amostral foi de seis horas/procura por Unidade Amostral.

¹ O termo guilda foi definido pela primeira vez por ROOT (1967), como sendo “um grupo de espécies diferentes que explora a mesma classe de recursos ambientais e de modo semelhante”.



8.1.4.2.3.2 *Encontro Ocasional (EO)*

Este método consiste em considerar as espécies encontradas ocasionalmente na região, pela equipe de trabalho ou por terceiros, durante deslocamento com carro ou a pé.

8.1.4.2.4 *Entomofauna (mirmecofauna)*

Entre os grupos de invertebrados que apresentam requisitos como bioindicadores ecológicos do ambiente terrestre, podemos citar as formigas, aranhas, cupins, abelhas, vespas e besouros. Dentre esses, as formigas são bastante utilizadas como bioindicadoras da avaliação da qualidade e integridade de um habitat (WILSON, 1992). Segundo FOWLER et al. (1994), as formigas são boas candidatas a bioindicadores por serem relativamente bem conhecidas e comporem um dos grupos de insetos sociais com ampla distribuição geográfica.

As formigas são utilizadas como bioindicadores, principalmente pela grande abundância e ubiquidade no habitat íntegro e em áreas perturbadas (MAJER, 1983), por sua diversidade (BRANDÃO, 1999), plasticidade comportamental e sua importância ecológica e funcional em quase todos os níveis tróficos de um ecossistema, pela facilidade com que elas são capturadas e sua sensibilidade a alterações do ambiente (GREENSLADE & GREENSLADE, 1984; WILSON, 1992; ALONSO, 2000).

8.1.4.2.4.1 *Coleta de dados*

O inventário da mirmecofauna foi realizado através do estabelecimento de transectos de 100 m nas proximidades das Unidades Amostrais trabalhadas pelos outros grupos da fauna. Foram realizadas duas amostras por idade de plantio. Os transectos em reflorestamentos muito recentes (2008 e 2009), sem presença de folhagem, nos quais não foram encontradas formigas, foram amostrados apenas uma vez.

As coletas foram realizadas manualmente ao longo dos transectos com o uso de iscas para atração. A isca consistiu de sardinha conservada em óleo vegetal, a qual foi colocada em pequenas quantidades (em média 1cm³) sobre folhas de papel branco sobre o chão. Foram distribuídas 10 iscas por transecto, distantes cerca de 10 m entre si. Cada conjunto de 10 iscas foi considerado uma amostra. As formigas atraídas eram recolhidas manualmente após cerca de 60 minutos de exposição da isca e fixadas em álcool 70%. Após esse procedimento, os espécimes foram segregados em morfotipos, levando-se em conta o local de coleta.

A identificação dos morfotipos em nível de espécie foi realizada por taxonomistas da coleção de entomologia do Museu de Zoologia da Universidade Estadual Paulista (MZUSP). O material testemunho foi incorporado na Coleção de Entomologia do Museu do Capão da Imbuia (MHNCI - Prefeitura Municipal de Curitiba).

8.1.4.3 *Flora*

Para a coleta de dados da vegetação foram instaladas 106 parcelas permanentes de 10 x 10 m (100 m²), distribuídas nas áreas reflorestadas dos cinco platôs referidos anteriormente de maneira que as parcelas abrangessem todos os anos de plantios (de 1979 a 2009). As parcelas foram devidamente georreferenciadas e alocadas no centro dos talhões com distâncias entre si de, no mínimo, 100 m (Figura 49), totalizando 10.500 m² amostrados.

As parcelas foram instaladas obedecendo a mesma orientação (sentido N). O número de parcelas foi variável em cada platô devido aos diferentes períodos de uso (lavra) dos mesmos, tamanho das áreas reflorestadas e anos de plantios.

Para a marcação e delimitação dos vértices das parcelas foram utilizados canos de PVC de 130 cm de comprimento, semienterrados e balizados com tinta colorida (spray) nas extremidades, para facilitar a localização.



Foram inventariados todos os indivíduos com altura entre 50 e 130 cm registrados no perímetro das parcelas. Os indivíduos com altura superior a 130 cm foram mensurados, obtendo-se a altura estimada e o DAP (diâmetro a altura do peito) com auxílio de fita diamétrica. Após essa etapa, os indivíduos analisados foram identificados e marcados com plaqueta plástica numerada para facilitar a localização em campo.

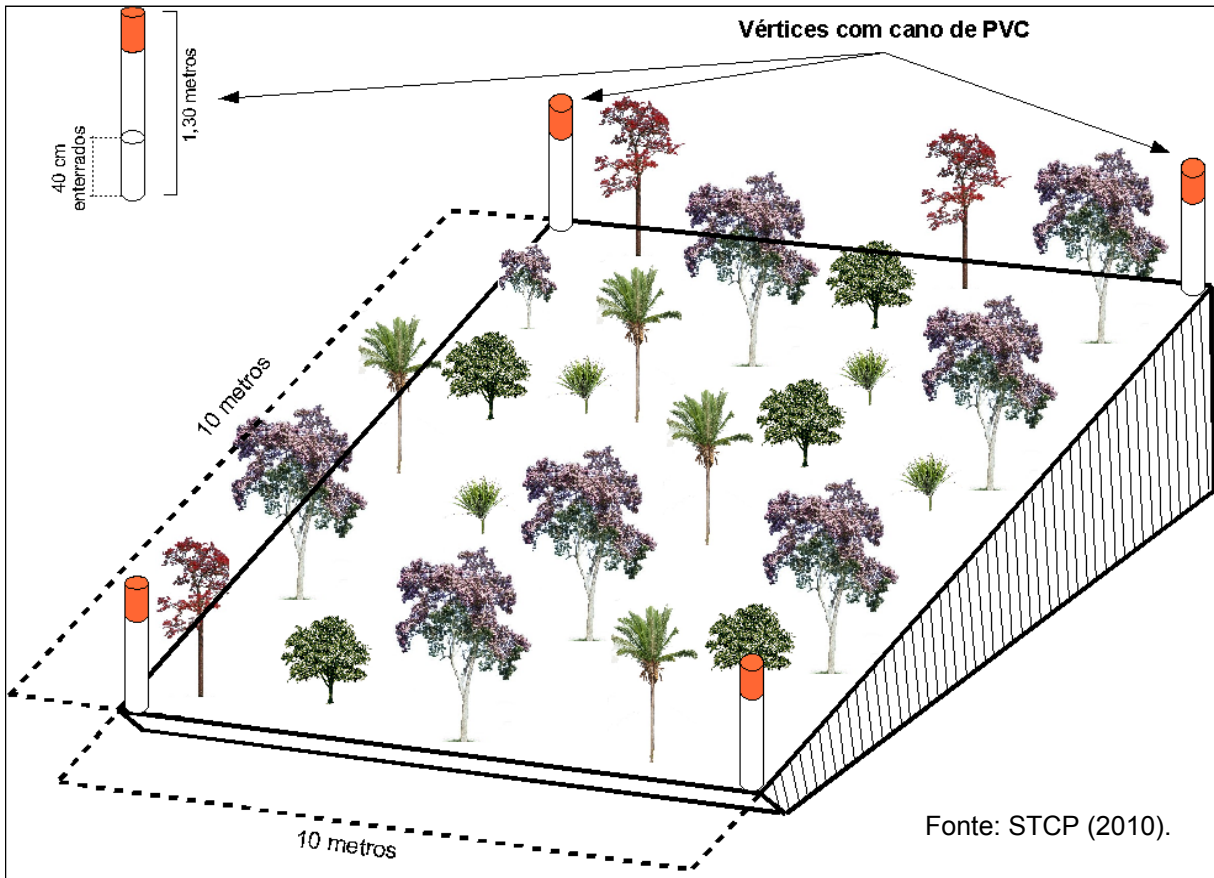


Figura 49: Modelo esquemático das parcelas permanentes

Com a intenção de realizar o monitoramento e verificar as taxas de ingresso de novas espécies, taxas de mortalidade e de incremento diamétrico, foram elaborados croquis de cada parcela com a distribuição espacial das plantas no interior desta (Figura 50). As informações sobre a presença de epífitas, lianas, profundidade de serapilheira, presença de regeneração natural, presença de formigas e térmitas, entre outras informações foram anotadas nas fichas de campo.

A identificação dos táxons foi realizada com o auxílio de guias de campo (Viveiro-PSA/MRN), literatura específica sobre a flora amazônica, principalmente da região do estudo e, nos casos de dúvida, o material foi enviado para especialistas.

A posição taxonômica das espécies registradas nos levantamentos seguiu o APG II (2003). Para a redação e autoria dos táxons foi utilizado o banco de dados do MOBOT (W3 Tropicos), disponível em <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>.

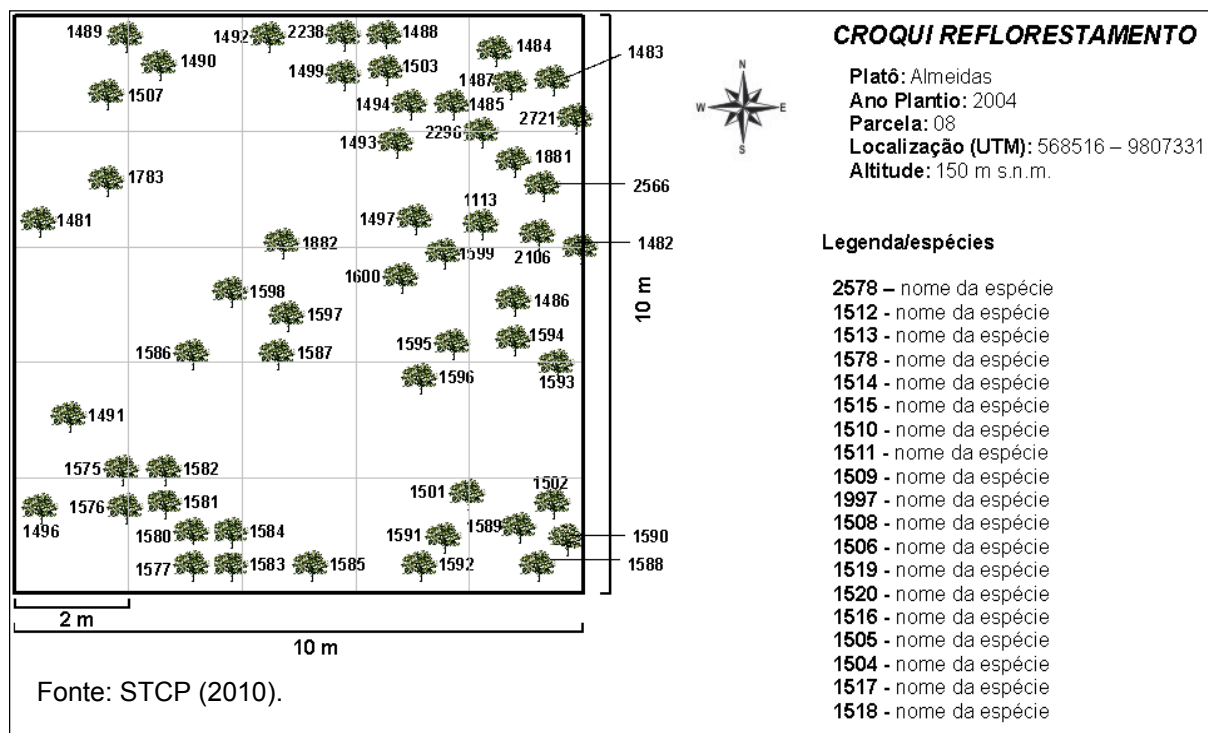


Figura 50: Modelo de croqui das parcelas permanentes

8.1.5 Tratamento estatístico

8.1.5.1 Indicadores ambientais (Índices Ecológicos)

A presença ou ausência de certas espécies, bem como a sua densidade nos ecossistemas, pode trazer muitas informações sobre a qualidade do ambiente. Isto ocorre porque as espécies respondem fielmente aos parâmetros ambientais que garantem a sua sobrevivência, ou seja, o habitat das espécies, ou mais amplamente o hipervolume (conceito de nicho ecológico).

Quando o ambiente natural é alterado, o equilíbrio ecológico se altera, fazendo com que haja um novo panorama biológico, vinculado à nova realidade. Com a redução na densidade de indivíduos e a redução de espécies do ambiente, algumas populações resistentes ao estresse, antes com abundâncias controladas pela competição, encontram espaço e recursos disponíveis para crescer e dominar o ambiente.

Diante da complexidade de qualquer ecossistema procura-se, há bastante tempo, indicadores ambientais que permitam identificar, caracterizar e quantificar a destruição provocada pelas atividades antrópicas. Muitos indicadores e índices foram propostos e utilizados em diversos estudos, mas ainda não se chegou a um sistema que seja aplicável à todas as necessidades. Em geral, eles são visto sob pontos de vista limitados em termos de representação espacial e temporal.

Temos, por exemplo:

As definições amplas que descrevem a qualidade dos solos como a capacidade sustentável de um solo absorver, armazenar e reciclar água, nutrientes e energia (GREGORICH et al., 1994). A avaliação conjunta das variáveis biológicas (biomassa, respiração microbiana e atividades das enzimas β -glucosidase, urease, amidase, fosfatase ácida e aril-sulfatase) mostra-se adequada para a quantificação da qualidade do solo (SCHMITZ, 2003), sendo um indicador de qualidade deste.

A estrutura da comunidade de formigas é influenciada pela modificação da paisagem natural e por uma ampla faixa de mudanças na forma de uso de todos os ecossistemas terrestres. Generalizando e considerando o papel regulador que têm as formigas sobre os demais organismos terrestres, qualquer efeito



negativo resultante de atividades humanas sobre a fauna ou flora nessas áreas irá interferir na diversidade dos animais terrestres vivendo em um determinado ambiente, mesmo sem nenhum impacto humano direto (DELABIE et al., 2006).

Com o crescimento descontrolado de algumas espécies resistentes e o desaparecimento de várias espécies sensíveis, o ecossistema reduz sua diversidade, bem como sua equitabilidade, ou seja, a distribuição de indivíduos para cada espécie torna-se menos homogênea. Quando um ecossistema é dominado quantitativamente por poucas espécies, ele normalmente encontra-se sob estresse (ambiental, biológico ou antrópico). Espécies indicadoras são na verdade aquelas que têm exigências ambientais específicas. Podem indicar não apenas poluição ou perturbações antrópicas, mas também a realidade ambiental em que vivem, a qual nem sempre é fácil de ser visualizada pelo pesquisador.

Os exemplos apresentados relatam algumas possibilidades de utilização dos indicadores, porém, a utilização de um único indicador não trará uma resposta verdadeira, necessitando então da análise da região que se deseja estudar e dos possíveis indicadores que se possam encontrar para esta. Segundo a UNESCO (1987), o número de indicadores que caracterizarão o sistema investigado dependerá do tamanho e do tipo do sistema, do nível de análise (preliminar ou detalhada) e de vários outros fatores intrínsecos ao estudo. Ela recomenda não mais que 2 ou 3 indicadores terciários (ex. ecologia, economia e cultura). Estes, no entanto, poderão ser subdivididos em secundários e primários, quantos forem necessários para a execução e interpretação do estudo (Tabela 16).

Os indicadores são geralmente analisados sob uma perspectiva sistêmica, de modo que se empregaram estruturas conceituais de classificação para se identificar e categorizar as questões concernentes à sustentabilidade ambiental, por exemplo, dos sistemas abordados no estudo. Os indicadores se agrupam em três categorias segundo o “PER-Pressão-Estado-Resposta”, proposto pela Organisation for Economic Co-operation and Development (CEPAL, 2001; TOMASONI, 2006), a saber:

A) Indicadores de Pressão

Também denominados de indicadores de estresse; tratam de responder perguntas sobre as causas dos problemas no meio ambiente. Consideram, assim, as atividades antrópicas como as causadoras desses problemas, tais como a emissão e acumulação de dejetos, desmatamento, etc.

B) Indicadores de Estado

Também conhecidos como indicadores de qualidade ou efeito; respondem sobre o estado do ambiente. Ressaltam a qualidade e a quantidade de recursos naturais disponíveis, na presença da atividade humana.

C) Indicadores de Resposta

Também definidos como indicadores de resposta social, tratam de responder perguntas sobre o que se está fazendo para resolver os problemas ambientais, ou seja, as ações e decisões tomadas para mitigar/resolver os impactos nos recursos naturais.



Tabela 16: Subdivisões Primária, Secundária e Terciária de Possíveis Indicadores Propostos pela UNESCO

INDICADORES AMBIENTAIS

Terciário	Ecologia		
Secundário	Fauna	Flora	Solo
Primário	Riqueza de espécies	Riqueza de espécies	Análise química
	Espécies raras	% de área florestada	Granulometria
	Espécies em risco	Diversidade (índices)	Percolação
	Novas espécies	Novas espécies	Variáveis biológicas

8.1.5.2 Índices Ecológicos

A geração de Índices Ecológicos será realizada mediante Análises Estatísticas Multivariadas, com aplicação de técnicas de agrupamentos. A justificativa para a aplicação de técnicas multivariadas baseia-se na possibilidade de reduzir um grande número de variáveis (Solo, Flora e Fauna) a poucas dimensões, com o mínimo de perda de informação, permitindo a detecção dos principais padrões de similaridade, de associação e de correlação entre as variáveis (PRADO, 2002).

Em se tratando desse trabalho, essa análise ganha destaque, pois permite a realização de inferências sobre o processo de restauração florestal nos platôs em processo de recuperação, considerados o conjunto de variáveis quantificadas no campo. ÂNGELO et al.(1988) afirmam que, quando se trata de estudos com vários parâmetros observados, ou medidos sobre um mesmo indivíduo ou unidade amostral, se pode recorrer aos métodos de Análises Multivariadas com o intuito de melhor explicar a estrutura da massa de dados, sendo os métodos mais comumente usados a Análise Fatorial e a Análise de Agrupamentos.

8.1.5.3 Consideração sobre a análise estatística

O primeiro passo foi definir o problema estatístico, ou seja, aplicar uma técnica de redução de dados. Dessa forma, está sendo utilizada a análise fatorial visando encontrar fatores que expliquem grande parte da variabilidade com perda mínima da informação.

A matriz de dados brutos é formada por 106 linhas e aproximadamente 34 colunas. As linhas referem-se às unidades amostrais, enquanto as colunas referem-se às variáveis dos três grupos temáticos – Solo, Flora e Fauna.

Para a área temática solos foram quantificadas as seguintes variáveis: pH(KCl), pH (H₂O), Matéria Orgânica, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Sódio, Alumínio Trocável, Soma de Bases, Acidez Potencial, Saturação por Bases, Argila total, Argila Dispersa e Silte. Todas as variáveis foram quantificadas em dois perfis de profundidade (0-20cm e 20-40cm).

Para a Fauna foram usadas as seguintes variáveis: diversidade (Entomofauna, Mastofauna e Herpetofauna) e guildas tróficas (Avifauna).

As variáveis utilizadas para o grupo Flora foram a diversidade de espécies, área basal e volume de cada parcela.

A seguir é apresentada a sequência de procedimentos utilizados para a criação dos Índices Ecológicos de cada grupo analisado.

A matriz de correlação é o input da análise fatorial. Essa matriz reporta a magnitude das associações entre as variáveis, podendo os valores estar compreendidos entre -1 a 1. Como a matriz de correlação é



adimensional, ela anula o efeito de escalas diferentes, o que facilita a interpretação do resultado. Para justificar a utilização da análise fatorial é necessário que haja um número substancial de variáveis correlacionadas. Na matriz, cada indicador deve apresentar correlação elevada com pelo menos alguns indicadores, não necessariamente todos.

Devido à grande importância dessa matriz, no cálculo de extração dos fatores foram realizados alguns testes visando qualificar a base de dados para a análise fatorial. As análises estatísticas utilizadas para avaliar a performance das correlações foram a Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e a Esfericidade de Bartlett.

Os testes supracitados indicam qual é o grau de suscetibilidade ou o ajuste dos dados à análise fatorial, isto é, qual é o nível de confiança que se pode esperar dos dados quando o seu tratamento pelo método multivariado de análise fatorial é empregado com sucesso.

A estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) é um indicador importante que mede o grau de correlação parcial entre as variáveis. Valores altos (entre 0,5 e 1,0) indicam que a análise fatorial é apropriada, enquanto valores baixos (abaixo de 0,5) indicam que a análise fatorial pode ser inadequada.

Outra análise importante é o cálculo da Matriz de Correlação Anti-Imagem. Essa matriz mede a adequação amostral de cada variável para uso da análise fatorial, onde pequenos valores na diagonal principal levam a considerar a eliminação da variável. A Matriz de Correlação Anti-Imagem apresenta correlações parciais, que são definidas pela correlação entre variáveis quando os efeitos das outras variáveis são considerados. Esta matriz apresenta, também, a adequação ou não da análise fatorial para indicação de existência de fatores.

Para avaliar a Matriz Anti-Imagem, utilizou-se o teste de Esfericidade de Bartlett. Esse teste é baseado na distribuição estatística de qui-quadrado e testa a hipótese (nula H_0) de que a matriz de correlação é uma matriz identidade (cuja diagonal é 1,0 e todas as outras iguais a zero), isto é, quando não há correlação entre as variáveis. Valores de significância maiores que 0,10 indicam que os dados não são adequados para o tratamento com o método em questão e que a hipótese nula não pode ser rejeitada. Já valores menores que o indicado permite rejeitar a hipótese nula.

As análises estatísticas supracitadas validaram o modelo fatorial para os grupos Avifauna e Entomofauna. O mesmo sucesso não foi observado na área temática Solos, sendo necessário descartar três variáveis (sódio, argila total e soma de bases). Dessa forma a análise fatorial para essa classe temática englobou 26 variáveis simultaneamente. As variáveis descartadas podem voltar a compor o modelo fatorial, caso seja observado correlações significativas com outras variáveis ainda não analisadas.

Após a validação do modelo fatorial é realizado a decomposição espectral da matriz de correlação em autovalores e autovetores. Para a extração dos fatores está sendo utilizada a técnica de Componentes Principais. Essa técnica apresenta elevada robustez, possibilitando trabalhar com dados oriundos de distribuições livres. Para o grupo Solos, as 6 primeiras componentes explicam mais de 84% dos dados.

O próximo passo foi observar a correlação dos fatores com cada variável. Nessa etapa procedeu-se a rotação ortogonal da matriz pelo Método Varimax. Esse método permite melhorar a interpretação de cada fator sobre cada variável. Após a leitura dessa matriz, é montado o conjunto das novas variáveis captadas pelo fator comum (redução de dados).

As correlações dessa matriz rotacionada com as variáveis é o ponto de partida para a construção dos Índices Ecológicos. Essa matriz foi substrato para a regressão desses valores em todas as observações (Unidades Amostrais). Dessa forma, foi possível gerar escores fatoriais para cada unidade amostral.

O Índice Ecológico foi obtido pelo somatório dos escores fatoriais ponderados pela variância multiplicada por cada fator. Posteriormente, esses valores são padronizados para variarem dentro de uma amplitude de 0 a 1.

Posteriormente é utilizada uma técnica de agrupamentos, visando identificar índices mais ou menos parecidos. A técnica de agrupamento utilizada foi a de Agrupamento Hierárquico. Essa técnica permite criar o Zoneamento, identificando áreas homogêneas. Outras técnicas de agrupamento poderão ser testadas ao término das análises.



Dentro dos estudos previstos para os levantamentos dos dados florísticos/fitossociológicos, faunísticos e de solos nas áreas em recuperação dos Platôs Almeidas, Aviso, Papagaio, Periquito e Saracá foram estabelecidos, inicialmente, a implantação 40 de unidades amostrais (UA) para todas as áreas. Contudo, após análise detalhada das áreas em questão através de imagens de satélite (ecologia de paisagem) e de estudos desenvolvidos na área, concluiu-se que a quantidade de UAs proposta primeiramente seria insatisfatória para a conclusão das análises, visto que, os anos e as áreas onde foram realizados os processos de recuperação diferem em tamanho (menor área 0,19 ha em 1979 e maior área 239 ha em 2003) e tratamento (no mesmo ano foram realizados plantios em meses distintos).

Com efeito, para uma avaliação mais acurada sobre as variáveis que serão analisadas, as unidades amostrais a serem instaladas deverão contemplar uma relação (UA/área), de modo que seja amostrada a maior área possível em relação ao ano de plantio e que haja sempre um repetição para cada. Esse procedimento visa o ajustamento das UA's em relação às diferentes áreas encontradas. Com efeito, as 40 UA's que foram sugeridas na proposta de estudo passaram a ser representadas por 125 UAs.

8.2 Monitoramento da Biodiversidade

O monitoramento da biodiversidade nos platôs de bauxita incluirá duas abordagens distintas: a primeira concentra as investigações sobre 22 áreas de reflorestamento e a segunda, sobre as áreas florestadas em torno do topo dos platôs. Nas áreas de reflorestamento serão investigados os padrões de recomposição da fauna, a sua relação com a estrutura do hábitat e a composição florística dessas áreas. No entorno dos platôs serão investigados os efeitos da borda sobre as comunidades.

Nas áreas de reflorestamento, o estudo pretende investigar as diferenças na composição faunística entre áreas com idades variadas, a relação dos padrões encontrados nas comunidades animais estudadas com variáveis florísticas, e acompanhar as modificações nos padrões através do tempo. Para tanto, o levantamento de dados em campo incluirá levantamentos florísticos e análise física e química do solo, além de estudos das comunidades de vertebrados (pequenos mamíferos, quirópteros, médios e grandes mamíferos, aves e herpetofauna) e de invertebrados (formigas e polinizadores).

O levantamento da fauna compreenderá o uso das seguintes metodologias, consagradas para os estudos com estes grupos:

- Pequenos mamíferos terrestres- armadilhas de captura viva e armadilhas de queda (“pitfalls”)
- Morcegos- redes de neblina
- Aves- redes de neblina e censo por observação
- Herpetofauna- armadilhas de queda (“pitfalls”) e procura ativa por indivíduos
- Formigas- armadilhas de atração por iscas
- Invertebrados polinizadores- batimento de puçá e armadilhas de cheiro

Os estudos florísticos compreenderão o levantamento fitossociológico e inventário das áreas reflorestadas. Esses dados serão relacionados aos dados obtidos com os estudos de fauna para avaliar o sucesso na recuperação da biodiversidade das áreas de reflorestamento dos platôs.

Os estudos florísticos utilizarão como unidades amostrais parcelas de 20m X 25m e seguirão as metodologias padronizadas de levantamento fitossociológico e inventário florestal, incluindo as espécies do estrato arbóreo, arbustivo e herbáceo. Para uma melhor compreensão das variáveis que podem interferir no sucesso dos reflorestamentos serão realizadas amostragem de solos para análise de parâmetros físicos e químicos.

Para a investigação do efeito de borda sobre a biodiversidade, as unidades amostrais utilizadas serão transectos lineares, perpendiculares à borda dos platôs até uma distância de 500 metros da mesma. Nestes



transectos serão estabelecidas 4 linhas de amostragem, onde serão empregadas as mesmas metodologias para os estudos de fauna e de flora nas áreas de reflorestamento.

8.3 Considerações Finais

As observações e os dados coletados acerca das áreas temáticas do meio biótico conduzem a uma interpretação prévia e positiva sobre a dinâmica das áreas em recuperação da MRN em Porto Trombetas.

Embora tenham sido observados efeitos negativos causados por fatores físicos (principalmente erosão laminar) e biológicos (formigas e térmitas) em algumas áreas dos reflorestamentos, revelando “pequenos núcleos vazios” quando se observam as imagens de satélite; medidas mitigadoras e de controle/monitoramento dessas áreas serão propostas após a finalização do Zoneamento. O relatório preliminar dos trabalhos de levantamento de campo inseridos em áreas de reflorestamento em cinco platôs na unidade da MRN fundamenta-se em conceitos que presidem a contextualização metodológica e nos aspectos ambientais das áreas de atuação até o momento.

Destarte, serão inventariadas 125 Unidades Amostrais para o estudo florístico e fitossociológico e estas serão complementadas pelo método de LR – Levantamento Rápido. O detalhamento deste inventário será descrito adiante. Os estudos da área temática fauna se adequarão à nova metodologia.

Até o primeiro semestre de 2009 foram amostradas 53 parcelas para o estudo florístico/fitossociológico. Os estudos da área temática fauna - avifauna e entomofauna - abrangeram todas as áreas que foram e serão amostradas - 125 parcelas.

Os grupos de mastofauna e herpetofauna foram amostrados nas mesmas parcelas do estudo fitossociológico (105 parcelas), através da ERA (Avaliação Ecológica Rápida), sendo utilizada a busca ativa ou PTL e EO. Em relação aos solos, foram coletadas 106 amostras sendo 53 de 0-20 cm e 53 de 20-40 cm. Estas foram encaminhadas para análise em laboratório (Departamento de Solos da ESALQ). Os dados coletados até o momento estão sendo tratados (tabulação) e analisados (estatística) em escritório.



9.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL

De acordo com HARALD SIOLI (1965), criador de uma classificação para as águas da região Amazônica em relação a sua coloração e as suas propriedades físico-químicas, entende-se por:

- Rios de águas-brancas: rios de água turva com coloração em variados tons de ocre, ricos em material particulado em suspensão, com quantidades relativamente altas de eletrólitos e cujo pH varia entre 6,2 e 7,2 sendo originário, principalmente, das montanhas Andinas.
- Rios de águas-claras: rios de água transparente em variados tons de verde, provenientes de terrenos pré-cambrianos, que drenam rochas cristalinas dos escudos das Guianas e do Brasil Central.
- Rios de águas-pretas: rios com coloração que varia entre tons de marrom-oliva (“coca-cola”) e marrom-café, causada pela presença de substâncias húmicas e fúlvicas dissolvidas, cujo pH varia entre 3,8 e 4,9 e nos quais há baixa concentração de eletrólitos.

Pela classificação proposta por SIOLI (1984), os rios e igarapés da região de estudo são classificados como de águas claras. Tais rios e igarapés drenam áreas bastantes intemperizadas, cujas águas, principalmente as dos igarapés, possuem um caráter ácido, sendo a carga de material em suspensão bastante baixa e extremamente pobre em sais minerais.

O monitoramento da qualidade da água é de suma importância para a manutenção da qualidade ambiental e do equilíbrio entre fauna e flora aquáticas. As intervenções necessárias para reduzir efeitos impactantes de maior magnitude poderão ser estabelecidas a partir da análise dos resultados de monitoramento. Sabe-se que as maiores influências do Empreendimento estão relacionadas com o carreamento de sólidos por ação das águas pluviais em decorrência da retirada da camada vegetal e do solo orgânico, ficando a cava ou as tiras de lavra expostas às intempéries, bem como as aberturas de estradas.

Neste item serão abordados os resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais na área de influência do platô em operação Saracá e na área industrial do porto, avaliando o comportamento temporal das variáveis analisadas.

9.1 Legislação Aplicável e Normas Técnicas

A Resolução CONAMA 357/2005 é a norma federal que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e sobre os padrões de qualidade dos mesmos. Assim, o monitoramento das águas superficiais tem como parâmetro os limites nela dispostos.

Considerando as águas superficiais no entorno dos platôs da MRN como águas doces de classe 2, as condições e padrões que elas devem manter são os dispostos no art. 15 da resolução supracitada. Os parâmetros legais analisados encontram-se na Tabela 17.

9.2 Metodologia e Procedimentos Adotados

O monitoramento da qualidade da água superficial é realizado a partir de amostras coletadas em estações localizadas em cursos d’água próximos aos platôs, nos trechos à montante e à jusante da área de influência do Empreendimento.

As amostras são levadas para laboratórios, onde são analisadas as variáveis indicadoras de qualidade da água. As campanhas de monitoramento da qualidade da água são realizadas com periodicidade mensal.



9.2.1 Variáveis analisadas

As variáveis de qualidade da água analisadas seguiram a determinação definida nas condicionantes emitidas pelo órgão competente, qual seja, o IBAMA. Na Tabela 17 são apresentadas as variáveis avaliadas e os valores estabelecidos como parâmetro pela Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 17: Variáveis avaliadas e padrões CONAMA - Classe 2

Variáveis	Unidade	Padrão Legal
Alumínio	mg/L	0,1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000 NMP/100mL
Coliformes Totais	NMP/100mL	5000 NMP/100mL
Condutividade elétrica	µS/cm	100
Cor	mg pt/L	75
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	≤ 5,0
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	-
Ferro Solúvel	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Óleos e graxas	mg/L	20
Oxigênio dissolvido	mg/L	≥ 5
pH	-	6 a 9
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	mg/L	500
Temperatura	°C	-
Turbidez	NTU	40
Fósforo Total	mg/L	0,10
Nitratos	mg/L	10,00
Nitritos	mg/L	1,00
Nitrogênio amoniacal	mg/L	3,70
Nitrogênio orgânico	mg/L	-

A Tabela 18 lista as variáveis, os equipamentos, os métodos e as referências para a realização das análises executadas no laboratório de controle ambiental da MRN. Os certificados de calibração de equipamentos encontram-se no ANEXO J1.

Tabela 18: Variáveis de qualidade de água analisadas pelo laboratório de controle ambiental da MRN

Variáveis	Equipamentos	Métodos	Referências
Coliformes Termotolerantes	Estufa, Autoclave, Kits <i>Acquaplus-2</i>	Tubos múltiplos	<i>Standard Methods 9221 C.</i>
Coliformes Totais	Estufa, Autoclave, Kits <i>Acquaplus-2</i>	Tubos múltiplos	<i>Standard Methods 9221 C.</i>
Condutividade Elétrica	<i>Multi Analise WTW 340i</i>		<i>Standard Methods 2510 A.</i>
DBO	<i>Oxitop IS12 Oxitop Box (WTW)</i>	DBO 5 Dias	<i>Standard Methods 5210 D.</i>
Oxigênio Dissolvido	<i>Multi Analise WTW 340i</i>	Oxigênio Dissolvido	<i>Standard Methods 4500-O A.</i>
pH	<i>Ph-metro B375 Micronal</i>	Potencial de Hidrogênio	<i>Standard Methods 4500-HB</i>



Variáveis	Equipamentos	Métodos	Referências
STD	Multi Analise WTW LF 330 e 340/SET	STD	Standart Conductivity Cell
Temperatura	Multi Analise WTW 340i	Temperatura	Standard Methods 2555 B.
Transparência	Disco Secchi	Visual	

9.2.2 Coleta das amostras

As amostras coletadas são analisadas seguindo os métodos analíticos presentes no *Standard Methods For The Analysis Of Water And Wastewater*. Todos os equipamentos utilizados são periodicamente calibrados - ISO 14001- e possuem certificados válidos (ANEXO J1).

A maior parte das variáveis são avaliadas em laboratórios especializados em análise químicas, com exceção apenas de coliformes totais e fecais, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos (STD) e temperatura, cujas análises são realizados pela equipe técnica da MRN.

Para a coleta das amostras - realizadas pela equipe técnica da MRN - utiliza-se frascos de polietileno e/ou vidro, sendo as tampas e frascos devidamente limpos para evitar contaminações. As coletas são realizadas através de dois processos:

- Manual: utilizado quando o ponto de amostragem possibilita a coleta diretamente no local. O frasco é segurado pela base, mergulhado rapidamente com a boca para baixo entre 15 e 30cm abaixo da superfície da água para evitar a introdução de contaminantes superficiais e direcionado no sentido contrário à corrente. Caso não haja corrente, a coleta é feita com movimentos horizontais para frente. A seguir o frasco é inclinado lentamente para cima permitindo a saída de ar e enchimento do mesmo. Após a retirada do frasco, despreza-se uma pequena porção da amostra, deixando um espaço vazio suficiente para permitir uma boa homogeneização da amostra antes do início da análise.
- Equipamento: utilizado nos casos em que a coleta diretamente no local não é possível. Nesse caso, utiliza-se um suporte em estrutura metálica composto de uma haste de tamanho ajustável na qual é encaixado o frasco de coleta. O conjunto é imerso no corpo d'água e segue os mesmos procedimentos do processo manual. A Figura 51 ilustra o dispositivo de auxílio utilizado para a realização das coletas.



Figura 51: Equipamento de auxílio para realização das coletas de águas superficiais

Anteriormente as amostras eram encaminhadas ao laboratório BIOAGRI, atualmente são enviadas para o laboratório TASQA Serviços Analíticos, seguindo todas as recomendações de preservação, ou seja: em



frascos disponibilizados pelo próprio laboratório e acondicionados em caixas térmicas para posterior transporte. Na Tabela 19 são apresentados os prazos para realização das análises, tipos de frasco e preservação recomendados para análise de cada variável.

Tabela 19: Procedimentos de preservação das amostras utilizados pelo Laboratório de Controle Ambiental da MRN

Parâmetros	Preservação	Prazo de Armazenamento	Material - Frascos ²
pH	Refrigerar a 4°C	06 horas	T. P. V.
Condutividade Elétrica	Refrigerar a 4°C	28 dias	T. P. V.
Bactérias Coliformes	Refrigerar a 4°C	6 horas	P. V. (esterelizado)
Alumínio	HNO ₃ conc. até pH <2	180 dias	T. P.
Ferro Solúvel	HNO ₃ conc. até pH <2	180 dias	T. P.
Manganês	HNO ₃ conc. até pH <2	180 dias	T. P.
STD	Refrigerar a 4°C	07 dias	T. P. V.
Óleos e Graxas	Refrigerar a 4°C / HNO ₃ conc. até pH <2	28 dias	V (somente)
Turbidez	Refrigerar e manter ao abrigo de luz	24 horas	T. P. V.
Temperatura		Imediatamente	
Alcalinidade	Refrigerar a 4°C	24 horas	P.V.
Cor	Refrigerar a 4°C	48 horas	P.V.
DBO	Refrigerar a 4°C	07 dias	P. V.
DQO	Refrigerar a 4°C / H ₂ SO ₄ até pH <2	07 dias	P. V.
Oxigênio Dissolvido	02 mL sol. Sulfato manganoso e 02 mL de sol. Álcali iodeto de azida	08 horas	V
Sólidos Sedimentáveis	Refrigerar a 4°C	07 dias	P. V.
Sólidos em Suspensão	Refrigerar a 4°C	07 dias	P. V.
Transparência		In loco	
Fósforo	Refrigerar a 4°C / H ₂ SO ₄ até pH <2	28 dias	V
Nitrato	Refrigerar a 4°C / HNO ₃ conc. até pH <2	14 dias	T. P. V.
Nitrito	Refrigerar a 4°C	74 horas	P. V.
Nitrogênio Amoniacal	Refrigerar a 4°C / H ₂ SO ₄ até pH <2	24 horas	P.V.
Nitrogênio Orgânico	Refrigerar a 4°C / H ₂ SO ₄ até pH <2	24 horas	P.V.

² Tipos de frascos:

P= Plástico (polietileno);

V=Vidro;

T=Resinas fluocarbonadas (PTFE, teflon, FEP, PFA, etc...);



9.2.3 Índice de Qualidade da Água (IQA)

Para associar os indicadores de qualidade da água em um único valor é calculado o índice de qualidade da água – IQA. Esse índice foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), nos Estados Unidos, através de uma pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade das águas que indicaram 35 parâmetros capazes de compor e representar a qualidade dos corpos hídricos, dos quais, nove foram selecionados para realização do cálculo do IQA.

Destaca-se que o cálculo original do IQA pela National Sanitation Foundation considerava o nitrogênio em forma de nitrato. No entanto, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) realizou uma adaptação desse índice, de forma a incluir as demais formas de nitrogênio identificadas em lançamentos de esgotos domésticos - nitrogênio orgânico e amoniacal. Para tanto utiliza-se a curva do nitrogênio considerando o nitrogênio total. Outra adaptação realizada pela CETESB foi a conversão de fosfato para fósforo total.

Deste modo, a definição dos nove parâmetros considerados mais representativos para cálculo do IQA são: temperatura da amostra; pH; oxigênio dissolvido; demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C); coliformes termotolerantes; nitrogênio total; fósforo total; sólidos totais e; turbidez.

O IQA é calculado através da média harmônica ponderada na forma de produto das notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade da água através da seguinte equação:

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

Onde:

IQA – Índice de Qualidade da Água, um número entre 0 e 100;

n – número de variáveis analisadas que compõe o cálculo do IQA;

qi – qualidade da i-ésima variável, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

wi – peso correspondente à i-ésima variável, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

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

A classificação da qualidade da água varia numa escala de 0 a 100, conforme os critérios da CETESB apresentados na Tabela 20:

Tabela 20: Escala de classificação da qualidade da água

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19



Os parâmetros utilizados para cálculo do IQA, assim como os pesos atribuídos para cada um, são expressos na Tabela 21.

Tabela 21: Parâmetros e pesos – IQA

Parâmetro	Pesos relativos
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO	0,10
Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

9.3 Estações de Monitoramento

Os pontos de localização das estações de monitoramento foram distribuídos conforme o explicado a seguir.

Igarapé Saracá

É o igarapé de maior importância, considerando a área de influência do Empreendimento na Mina. Possui direção oeste/leste no seu médio e alto curso e recebe a drenagem na face sul dos platôs Periquito e Papagaio e na face norte do platô Saracá. Em seu baixo curso flexiona-se na direção noroeste/sudeste em direção a extremidade oeste do lago Sapucuá.

Os pontos de monitoramento localizados ao longo deste manancial recebem são: SA-1, SA-2, SA-3 e SA-4.

Igarapé Saracazinho

É afluente à margem direita do igarapé Saracá, com drenagem em direção ao lago Sapucuá e posicionado em faixa marginal ao rio Trombetas. O seu sistema de drenagem apresenta afluentes com cabeceiras nas vertentes inclinadas do platô Almeidas (face norte) e do platô Saracá (face sul). A sua calha principal drena de oeste para leste.

Os pontos de monitoramento localizados neste corpo hídrico são: SAZ-1 e SAZ-2.

Igarapé Almeidas

Afluente à margem direita da calha principal do igarapé Saracazinho, ele apresenta a cabeceira nas vertentes inclinadas da face norte do platô Almeidas.

Os pontos de monitoramento são identificados por AL-1 e AL-2 localizados à montante e jusante da estrada de Terra Santa. O ponto AL-3 localiza-se ao sul do platô Almeidas no igarapé Canalzinho.



Rio Trombetas

Um dos principais afluentes do rio Amazonas, apresenta uma extensão de aproximadamente 750 km, largura e profundidade necessárias para navegação de embarcações com até 500 toneladas, em uma extensão de 230 km. Sua foz localiza-se em frente à cidade de Oriximiná, onde se junta ao Paraná de Sapucaá, cujo prolongamento é chamado de Baixo Trombetas. Após o encontro com o Paraná Sapucaá, atinge até 1800 m de largura, tendo seu leito dividido por ilhas estreitas e compridas, como a ilha de Jacitara. Os principais igarapés que recebem as drenagens da área do Porto contribuem para o rio Trombetas.

Os pontos de monitoramento que compõem a malha do rio Trombetas são: TRT-1, TRT-2, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7, TRT-8, sendo dispostos à montante e jusante das áreas de influência. Esses pontos foram distribuídos estrategicamente de forma a avaliar a qualidade da água, em relações às zonas de influência, tendo como referência (base, sem interferências das atividades minerárias) o ponto TRT-1.

As atividades desenvolvidas na área de influência deste manancial são o píer de abastecimento da Petrobrás, captação de água para abastecimento da Vila de Porto Trombetas, embarque do minério (Shiploader), Feirinha (embarque e desembarque de passageiros) e o lançamento de efluentes tratados da ETE de Porto Trombetas.

Igarapé Água fria

O igarapé Água Fria é um dos principais igarapés que drenam a área do Porto e constitui-se em um afluente à margem direita do rio Trombetas. Sua cabeceira está localizada na porção norte do sistema de platôs, recebendo drenagem do platô Papagaio e desaguando no rio Trombetas à jusante da comunidade Boa Vista e à montante da Vila de Porto Trombetas.

Os pontos AF-1 e AF-2 são os pontos localizados à montante e jusante do local de contribuição do igarapé.

Igarapé Fundão

O igarapé Fundão constitui-se em um afluente à margem direita do rio Trombetas, sendo um dos que drenam a área do Porto. Localiza-se no interior de uma mata fechada e, por isso, apresenta um regime com pouca turbulência ou circulação pela ação do vento.

A baixa vazão neste ambiente confere ao corpo hídrico características diferenciadas dos demais mananciais da região: um ambiente lântico.

O ponto de monitoramento alocado neste igarapé foi o F-1.

Lago Moura

A definição deste ponto deve-se as diferentes características hidrodinâmicas destes ambientes, lânticos (lago) e lóticos (rio), assim como pela influência recebida por este ponto das atividades desenvolvidas pela comunidade local (comunidade Moura) e pela drenagem dos tributários da face norte do platô Monte Branco, o qual está em processo de licenciamento ambiental.

Através do trabalho de revisão do programa de monitoramento ambiental, realizado durante o mês abril de 2007 e em cumprimento ao item 3.6.1, do Ofício 024/2008 – COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA, de 17/03/2008, verificou-se a necessidade de se adicionar à malha amostral da sub-bacia do rio Trombetas um ponto na região central do Lago Moura, localizado à margem direita do rio Trombetas.



O ponto foi denominado de TRM-1 (Lago Moura) e as amostragens tiveram início em março de 2008, contando, ainda, com poucos dados para que seja analisado em conjunto com os demais pontos distribuídos nesta sub-bacia.

Este ponto é caracterizado como referência tendo em vista que as atividades no platô Monte Branco não foram iniciadas e os resultados obtidos, mesmo aqueles acima dos limites estabelecidos, servirão de parâmetros para análise da influência das atividades que serão desenvolvidas quando do início das operações no platô Monte Branco.

Lago Urbano

Os pontos de monitoramento L.URB-1 (referência) e L.URB-2 estão localizados em um tributário do igarapé Saracá, a montante e jusante, respectivamente, do ponto de lançamento dos efluentes provenientes do sistema de drenagem do lago Urbano, de forma a identificar possíveis contribuições na qualidade da água do corpo receptor.

Na Tabela 22 estão listados todos os pontos de monitoramento de águas superficiais existentes nos platôs e na área do Porto, com suas respectivas descrições, coordenadas georreferenciadas e significâncias em relação às áreas de contribuições em cada ponto. Os mesmos podem ser visualizados de acordo com sua alocação geográfica na Figura 52.

Tabela 22: Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais

Pontos	Descrição	Coordenadas	Significância dos pontos em relação às respectivas áreas de influência
SA-1	Igarapé Saracá	0565082 E 9818514 N	Localizado à montante da estrada que liga os platôs Periquito e Papagaio ao platô Saracá, no igarapé Saracá. É utilizado como ponto de monitoramento que não recebe a influência das drenagens localizadas nessa estrada. Este ponto está localizado à jusante da erosão do Saracá ocorrida em 2005 e coincide com a Estação 1 – Saracá do monitoramento limnológico.
SA-2	Igarapé Saracá	0565163 E 9818506 N	Localizado à jusante da estrada que liga os platôs Periquito e Papagaio ao platô Saracá, no igarapé Saracá. É utilizado como ponto de monitoramento que recebe a influência das drenagens localizadas nessa estrada. Esse ponto coincide com a Estação 2 – Saracá do monitoramento limnológico.
SA-3	Igarapé Saracá	0577679 E 9805776 N	Localizado no igarapé Saracá, 15 km à jusante da captação de água do Km 25. Esse ponto mede a influência das operações que ocorrem atualmente no platô Saracá. Também serve para monitorar as contribuições da face norte do platô Almeidas. Nesse ponto está instalada uma régua fluviométrica, que é utilizada para medições de vazão e profundidade. O ponto coincide com a Estação 5 – Saracá do monitoramento limnológico.
SA-4	Igarapé Saracá	0580954 E 9800026 N	Localizado na foz do igarapé Saracá no lago Sapucuá, em frente a um cemitério utilizado pelas comunidades Saracá e Boa Nova. Esse ponto tem por objetivo monitorar as contribuições das drenagens dos platôs Saracá e Almeidas, assim como ações da comunidade do Saracá.



Pontos	Descrição	Coordenadas	Significância dos pontos em relação às respectivas áreas de influência
SAZ-1	Igarapé Saracazinho	0562779 E 9811592 N	Localizado a 50 m à montante da captação de água do igarapé Saracazinho, que dá suporte à planta de beneficiamento de bauxita instalada no platô Saracá. Monitora a face sul platô Saracá, onde estão localizados os tanques de rejeito instalados nesse platô. Esse ponto coincide com a Estação 2 – Saracazinho do monitoramento limnológico
SAZ-2	Igarapé Saracazinho	0568817 E 9811176 N	Localizado 30 m à jusante da estrada que vai para Terra Santa, monitora a influência da contribuição da estrada para esse igarapé e a face sul do lado leste do platô Saracá, onde estão localizados os reflorestamentos mais antigos da MRN, com mais de 25 anos.
AL-1	Igarapé Almeidas	0565811 E 9809934 N	Localizado no igarapé Almeidas, 200 m à montante da estrada que vai para Terra Santa. Através desse ponto são monitoradas as vertentes da face norte do platô Almeidas. Esse ponto coincide com a Estação 1 – Almeidas do monitoramento limnológico.
AL-2	Igarapé Almeidas	0565997 E 9810164 N	Localizado no igarapé Almeidas, 100 m à jusante da estrada que vai para Terra Santa. Esse ponto monitora a influência da estrada de Terra Santa e a estrada de acesso ao platô Almeidas sobre esse igarapé. Também são monitoradas duas bacias de sedimentação que recebem as contribuições da estrada que dá acesso ao platô Almeidas e uma canaleta que drena o pátio do britador do platô Almeidas. Esse ponto coincide com a Estação 2 – Almeidas do monitoramento limnológico.
AL-3	Igarapé Canalzinho	0572911 E 9800530 N	Localizado no igarapé do Canalzinho, a 7 km da foz desse igarapé no igarapé Araticum. Esse ponto monitora a contribuição do processo de lavra nas vertentes localizadas na face sul do platô Almeidas e está localizado à montante do ponto BAC-01
TRT-1	Rio Trombetas (referência) - montante do Empreendimento	0565112 E 9842388 N	Localizado no rio Trombetas, 500m acima da comunidade Moura. É utilizado como referência para as análises realizadas no Rio Trombetas. Sua coleta é realizada no meio da calha do rio.
TRT-2	Rio Trombetas (Boa Vista)	0566501 E 9839120 N	Localizado no rio Trombetas, em frente à comunidade Boa Vista. Sua função é monitorar os lançamentos feitos por essa comunidade. Sua coleta é realizada no meio do Rio Trombetas. É utilizado como referência à comunidade localizada no entorno do igarapé Água Fria
TRT-3	Rio Trombetas (tomada d'água)	0568077 E 9838462 N	Localizado no rio Trombetas, em frente à captação de água que serve à vila de Porto Trombetas. Também é utilizado como monitoramento à jusante da foz do igarapé Água Fria. Esse ponto coincide com a Estação 1 – rio Trombetas do monitoramento limnológico
TRT-4	Rio Trombetas (PETROBRAS)	0568656 E 9838526 N	Localizado em frente à base da BARIX BR, onde está locada a balsa de combustível utilizada pela MRN. Sua localização é estratégica, pois é possível identificar qualquer potencial alteração ocasionada no rio Trombetas.



Pontos	Descrição	Coordenadas	Significância dos pontos em relação às respectivas áreas de influência
TRT-5	Rio Trombetas (<i>ship loader</i>)	0569018 E 9838542 N	Localizado no rio Trombetas, embaixo do <i>ship loader</i> . Esse ponto teve como objetivo inicial monitorar o lançamento do esgoto do escritório central que antes (até 2003) era lançado sem tratamento no rio Trombetas. Atualmente esse esgoto é lançado na rede coletora e encaminhado a ETE. Hoje a função desse ponto é monitorar a operação do <i>ship loader</i> . Esse ponto coincide com a Estação 2 – Rio Trombetas do monitoramento limnológico.
TRT-6	Rio Trombetas (Feirinha)	0569281 E 9838550 N	Localizado 20m à jusante da balsa de passageiros no rio Trombetas, sua função é monitorar o lançamento dos efluentes das embarcações atracadas em PTR.
TRT-7	Rio Trombetas (ETE)	0570172 E 9838586 N	Localizado no rio Trombetas, a cerca de 100m à jusante do ponto do lançamento do efluente da ETE. Sua função é monitorar os lançamentos efetuados pela ETE sua influência no rio Trombetas. Esse ponto coincide com a Estação 2 – Rio Trombetas do monitoramento limnológico.
TRT-8	Rio Trombetas (Vila Paraíso)	0575647 E 9835490 N	Localizado 500m à jusante da foz do lago Mussurá e 500m à montante da comunidade Vila Paraíso. Sua função é ser uma referência à jusante das atividades de mineração e verificar a qualidade da água à montante da Comunidade da Vila Paraíso.
AF-1	Igarapé Água Fria (referência) - montante do vertedouro da barragem Água Fria	0566999 E 9837876 N	Localizado no igarapé Água Fria, à montante da população que reside no entorno do igarapé. Sua função é monitorar a influência das áreas de drenagem do Empreendimento em relação a este corpo hídrico.
AF-2	Igarapé Água Fria – jusante do vertedouro da barragem do Água Fria	0567388 E 9838518 N	Localizado na foz do igarapé Água Fria para o rio Trombetas (50m dentro do igarapé), à jusante da comunidade. Sua função é monitorar esse igarapé antes do contato com o rio Trombetas. Este ponto recebe influência do rio Trombetas na época das cheias.
F-1	Igarapé do Fundão	0569358 E 9838274 N	Localizado no ponto em que o igarapé do Fundão passa por debaixo da rua e vai para o rio Trombetas. Sua função é monitorar os efluentes do SAO do posto da Feirinha e a drenagem pluvial da estrada.
TRM-01	Lago do Moura	0564300 E 9841981 N	Localizado no centro do lago do Moura. O objetivo desse ponto é observar a influência das áreas do platô Papagaio Oeste (já lavrado) e Monte Branco (que entrará em operação).
L.URB-1	Localizado ao norte do platô Saracá	559193 E 9815668 N	Montante da drenagem do lago Urbano
L.URB-2	Localizado ao norte do platô Saracá	559399 E 9816166 N	Jusante da drenagem do lago Urbano



Figura 52: Localização dos Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial



9.4 Resultados e Discussão

Neste item são apresentados os gráficos para cada variável analisada no que tange à qualidade da água, divididos por ponto de monitoramento. De forma a visualizar o comportamento das curvas e da série histórica em cada ponto de monitoramento, são apresentados os seguintes elementos aqui explicitados:

- A linha em vermelho representa os limites definidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Sendo uma faixa de 6 a 9 para pH, mínima para Oxigênio Dissolvido e máxima para os demais parâmetros.
- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009.
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008.
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.

9.4.1 Qualidade da água

- Ponto de Monitoramento SA-1

A partir da Figura 53 até Figura 72 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto SA-1.

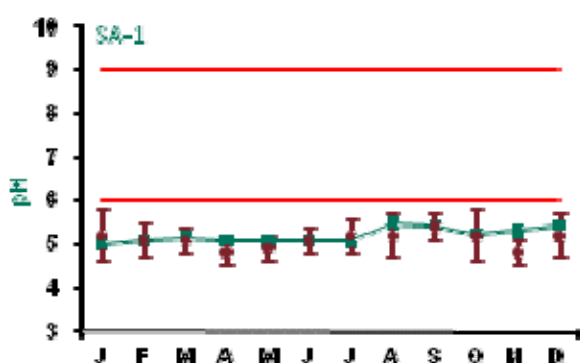


Figura 53: Série histórica e resultados para pH (SA-1)

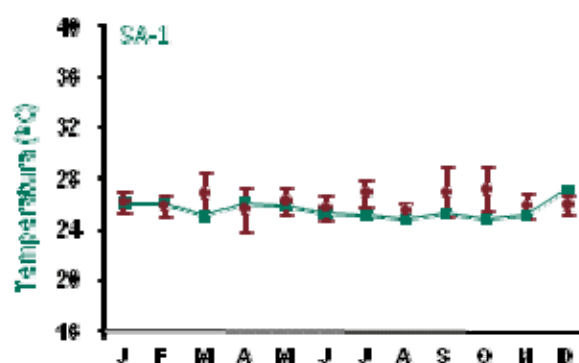


Figura 54: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-1)

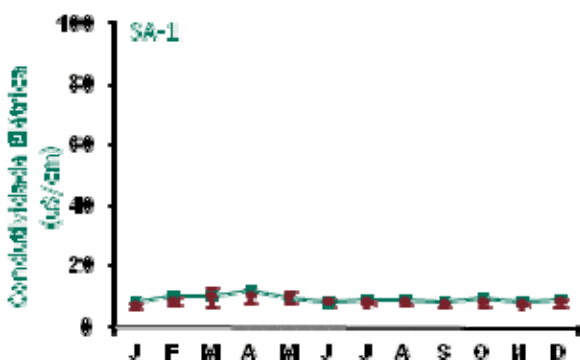


Figura 55: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-1)

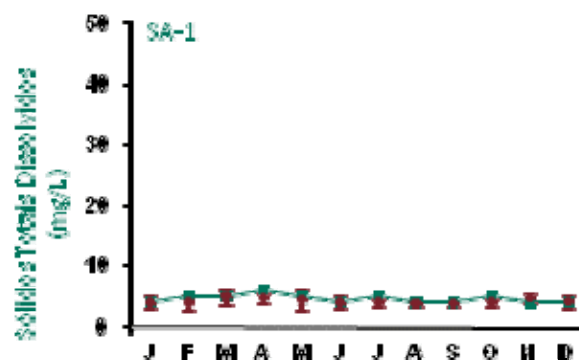


Figura 56: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-1)

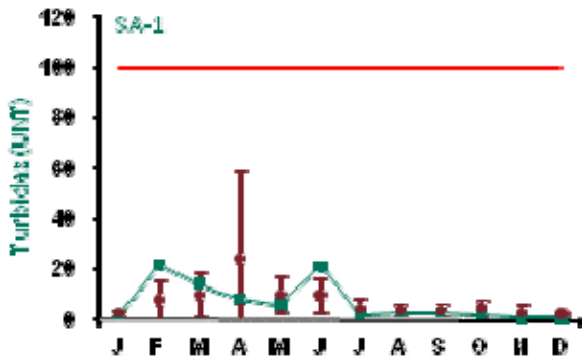


Figura 57: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-1)

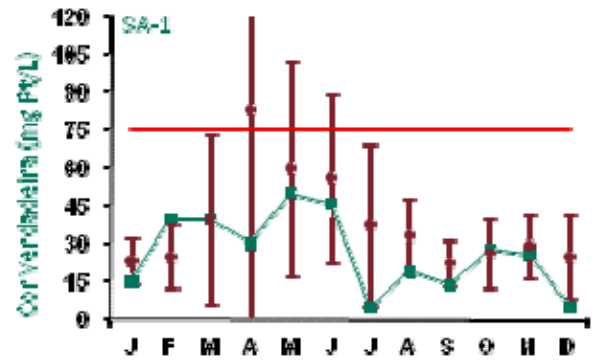


Figura 58: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-1)

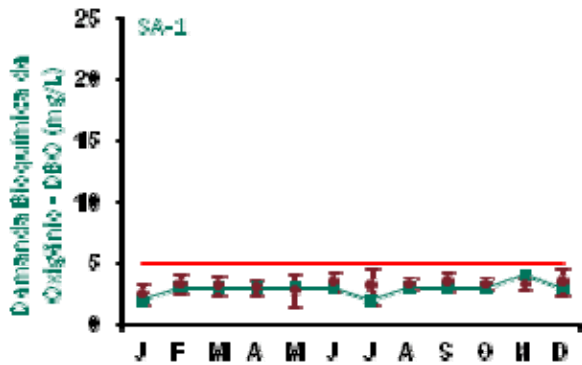


Figura 59: Série histórica e resultados para DBO (SA-1)

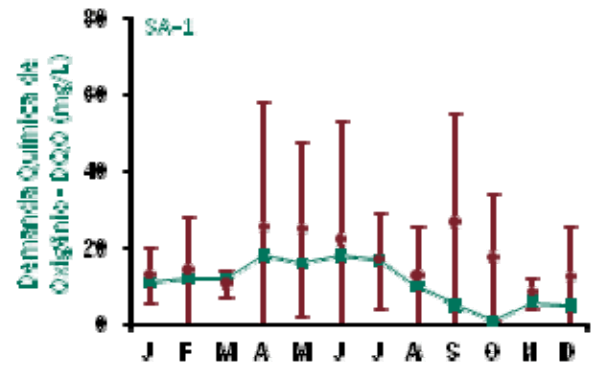


Figura 60: Série histórica e resultados para DQO (SA-1)

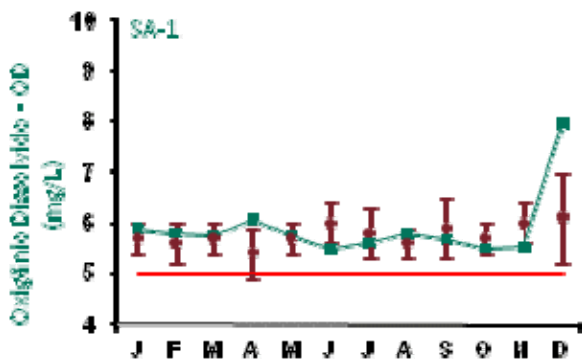


Figura 61: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-1)

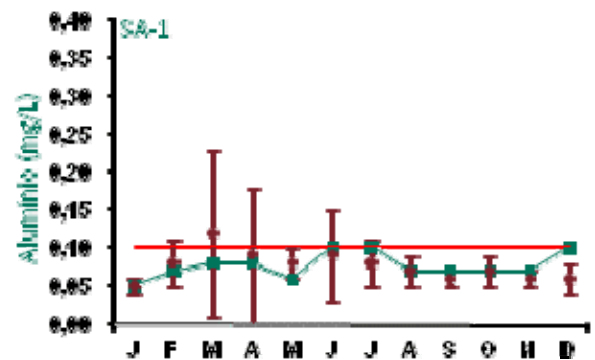


Figura 62: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-1)

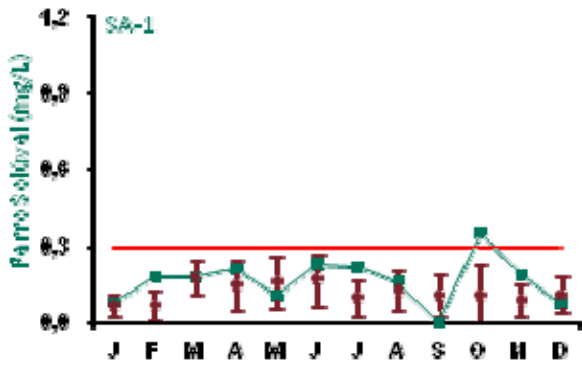


Figura 63: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-1)

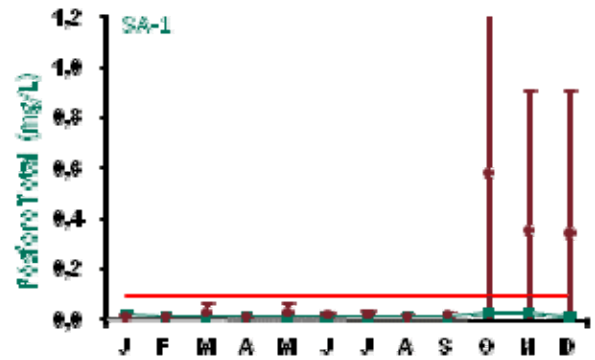


Figura 64: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-1)

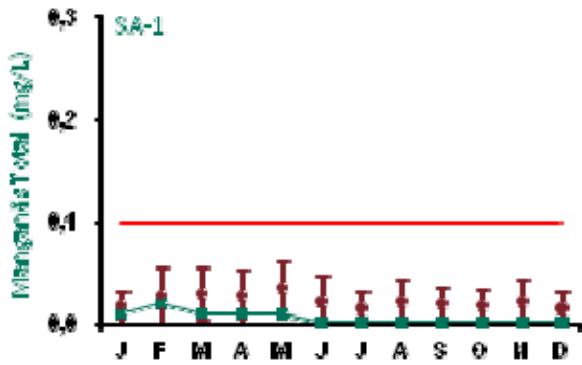


Figura 65: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-1)

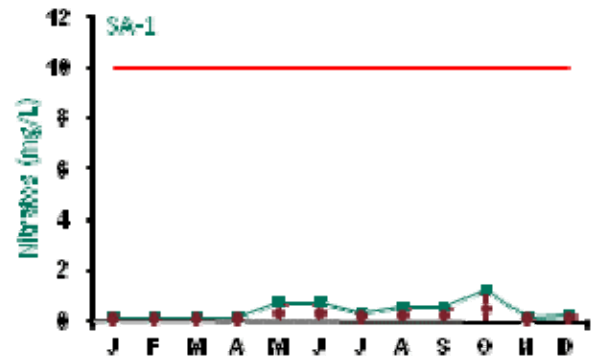


Figura 66: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-1)

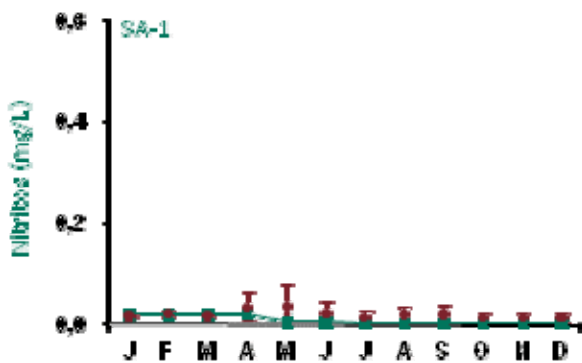


Figura 67: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-1)

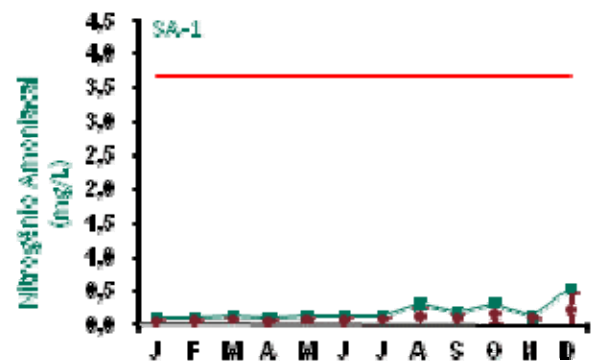


Figura 68: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacoal (SA-1)

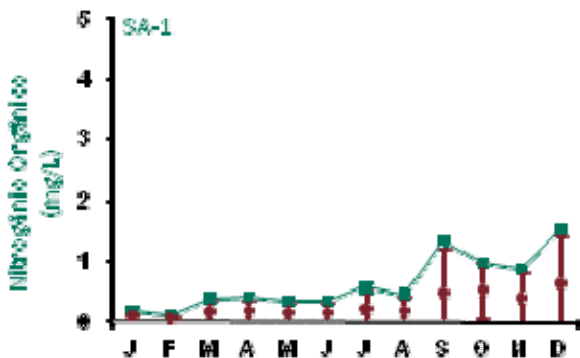


Figura 69: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-1)

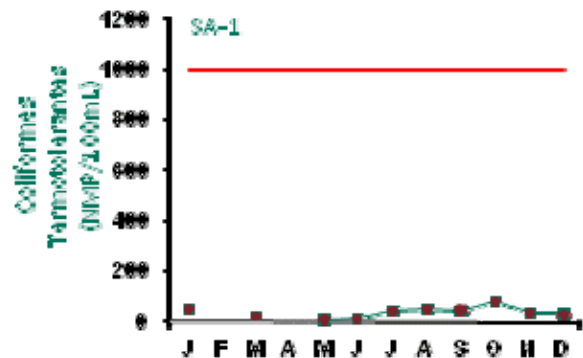


Figura 70: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-1)

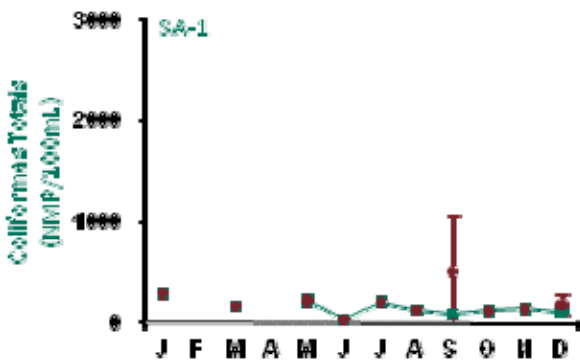


Figura 71: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-1)

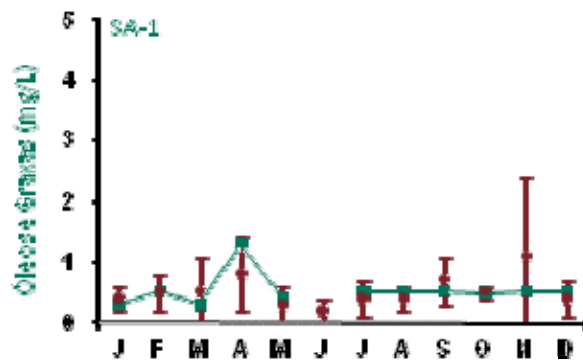


Figura 72: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-1)

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de temperatura, turbidez, cor verdadeira, ferro solúvel e nitrogênio orgânico. Para temperatura e cor verdadeira alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para turbidez, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados do monitoramento do ponto SA-1 apresentaram-se, no geral, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para o ano de 2009, exceto para pH e para ferro solúvel. Os resultados obtidos para o parâmetro pH, estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características hidrogeológicas da região e pela formação de produtos resultantes da decomposição da matéria orgânica como galhos e folhas, provenientes da densa floresta onde está inserido, porém os valores situam-se dentro da faixa dos resultados históricos. As concentrações de metais na água estão relacionados à constituição geoquímica das áreas de drenagem que contribuem para o corpo d'água, cujos processos erosivos tem influência na constituição da concentração destes elementos. Em períodos de estiagem pode ocorrer aumento na concentração de alguns parâmetros como ferro solúvel podendo ficar ligeiramente acima do limite legal.

Os resultados obtidos para as variáveis cor verdadeira e turbidez apresentaram relativa variabilidade. O ponto SA-1 está localizado à jusante das áreas em que foram registradas algumas ocorrência de erosão e se encontram em recuperação (PRAD). Tais ocorrências foram devidamente comunicadas. Durante o período chuvoso foi identificado um ligeiro acréscimo nas concentrações de sólidos em suspensão, influenciando, portanto, nos resultados para turbidez.



Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio. Não foi detectado resultados para óleos e graxas no mês de junho.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos de análise.

■ Ponto de Monitoramento SA-2

A partir da Figura 73 até a Figura 92 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto SA-2.

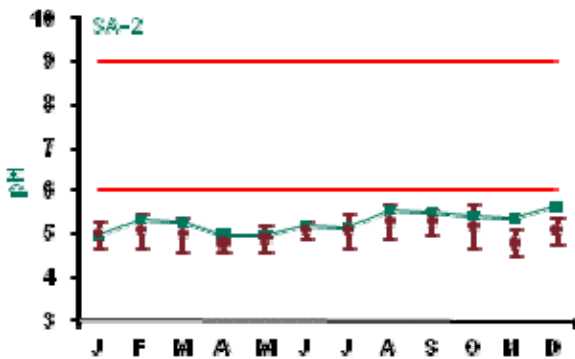


Figura 73: Série histórica e resultados para pH (SA-2)

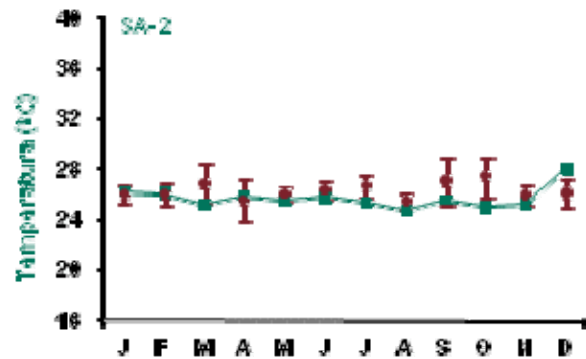


Figura 74: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-2)

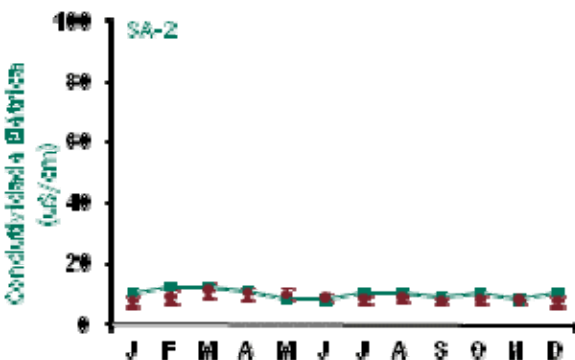


Figura 75: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-2)

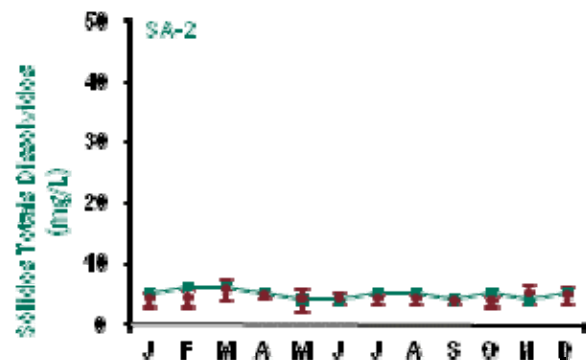


Figura 76: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-2)

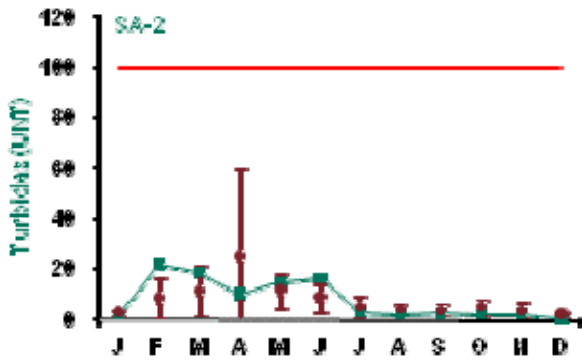


Figura 77: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-2)

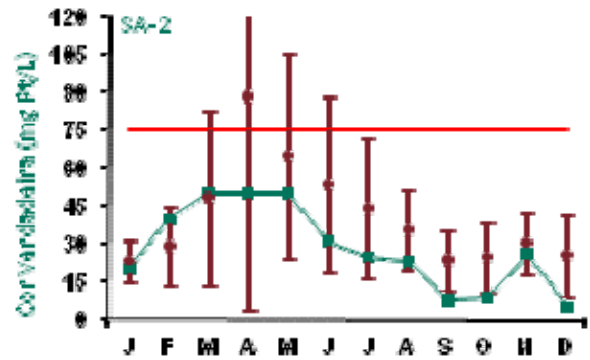


Figura 78: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-2)

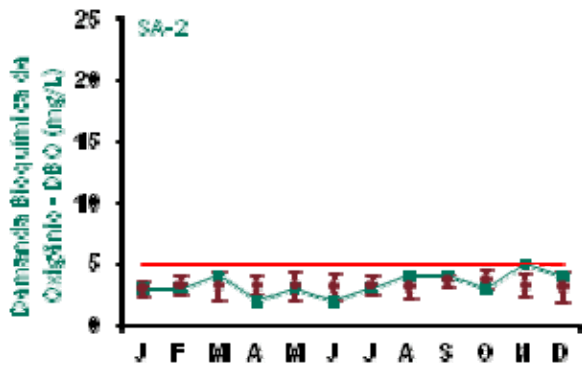


Figura 79: Série histórica e resultados para DBO (SA-2)

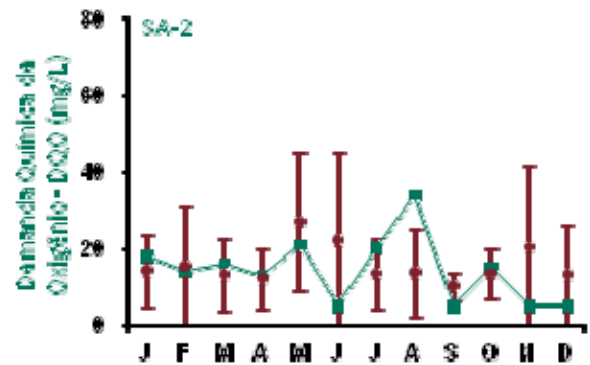


Figura 80: Série histórica e resultados para DQO (SA-2)

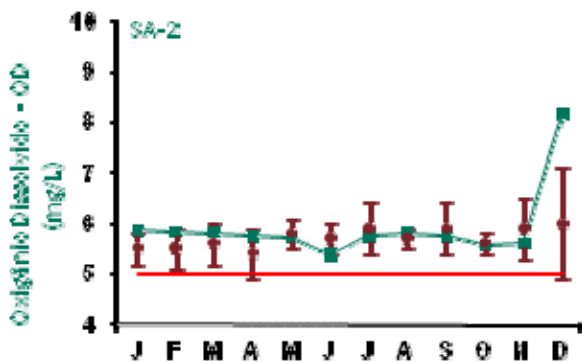


Figura 81: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-2)

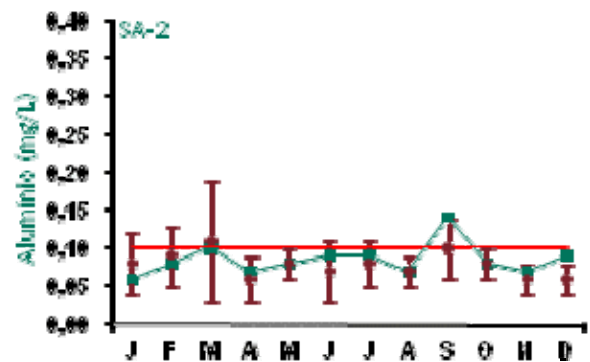


Figura 82: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-2)

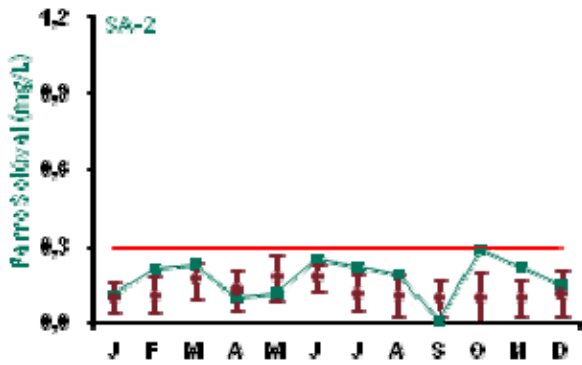


Figura 83: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-2)

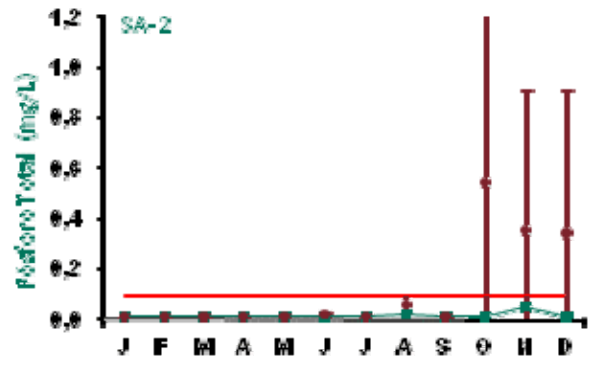


Figura 84: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-2)

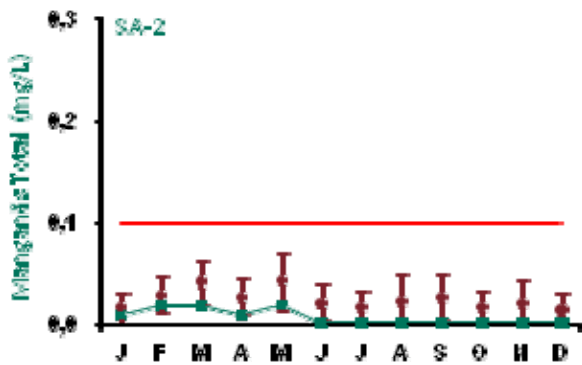


Figura 85: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-2)

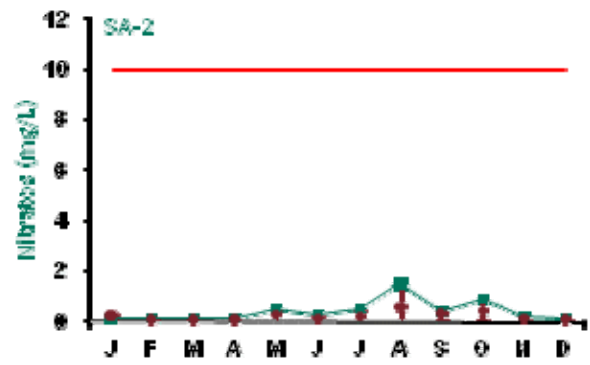


Figura 86: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-2)

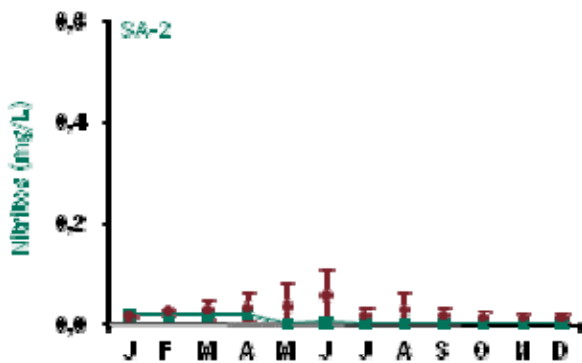


Figura 87: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-2)

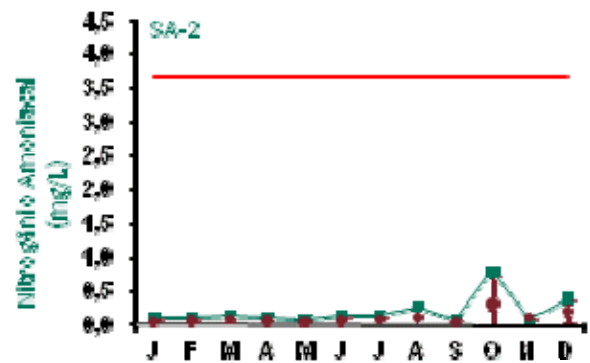


Figura 88: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (SA-2)

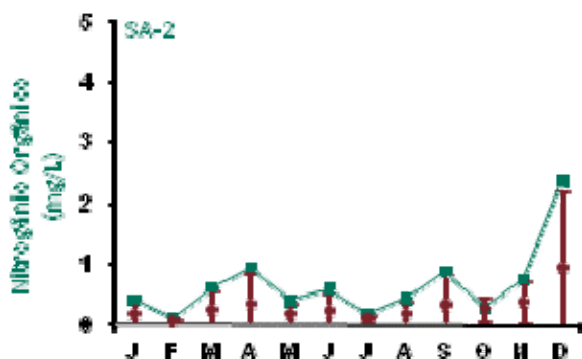


Figura 89: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-2)

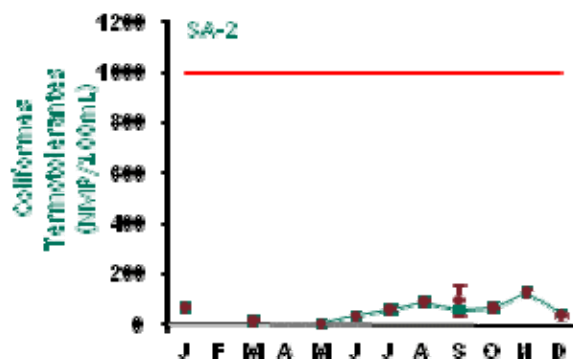


Figura 90: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-2)

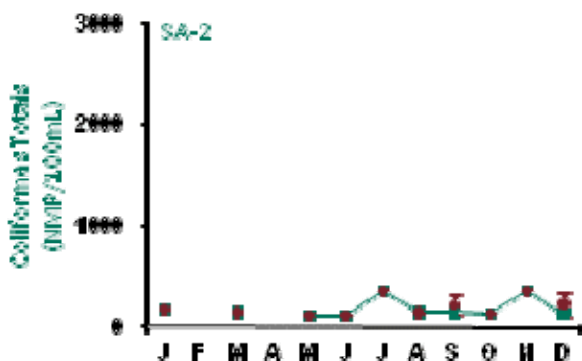


Figura 91: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-2)

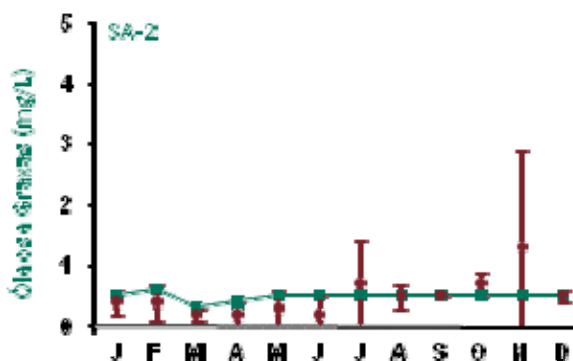


Figura 92: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-2)

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de pH, temperatura, turbidez, cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel e nitrogênio orgânico. Para cor verdadeira alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para pH, turbidez, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Temperatura apresentou variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Com relação ao monitoramento do ponto SA-2, a maioria das variáveis apresentou resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH, o que ocorreu também em seu trecho à montante, monitorado através do ponto SA-1. Os resultados obtidos para o parâmetro pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características hidrogeológicas da região e pela formação de produtos resultantes da decomposição da matéria orgânica como galhos e folhas, provenientes da densa floresta onde está inserido, porém os valores situam-se dentro da faixa dos resultados históricos.

Em períodos de estiagem pode ocorrer aumento na concentração de alguns parâmetros como o alumínio, podendo ficar ligeiramente acima do limite legal. Alumínio ficou acima do limite em setembro, porém estando dentro do intervalo das séries históricas.



Neste ponto de monitoramento também ocorreram alterações nos resultados de turbidez, em virtude das áreas com erosão que estão em recuperação através do PRAD, comportamento este também identificado no ponto SA-1.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento SA-3

A partir da Figura 93 até a Figura 112 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto SA-3.

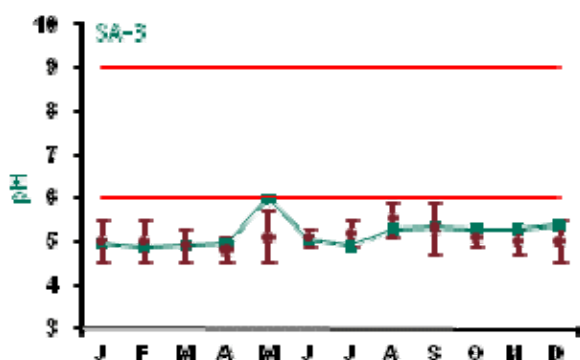


Figura 93: Série histórica e resultados para pH (SA-3)

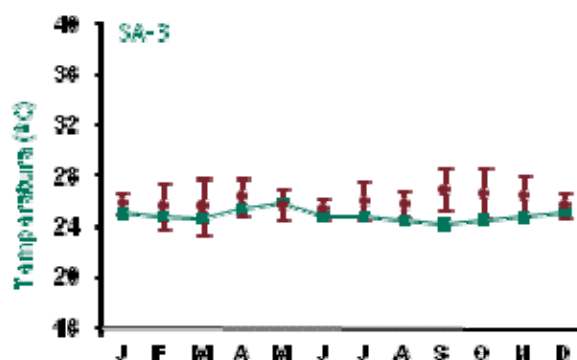


Figura 94: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-3)

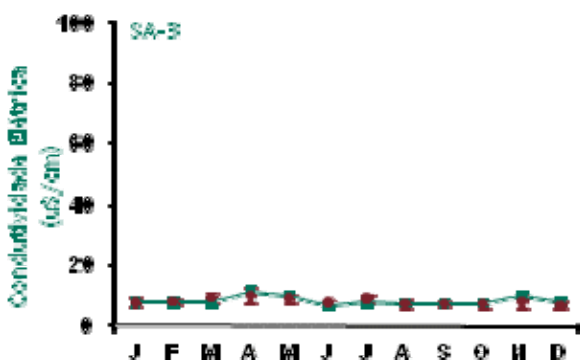


Figura 95: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-3)

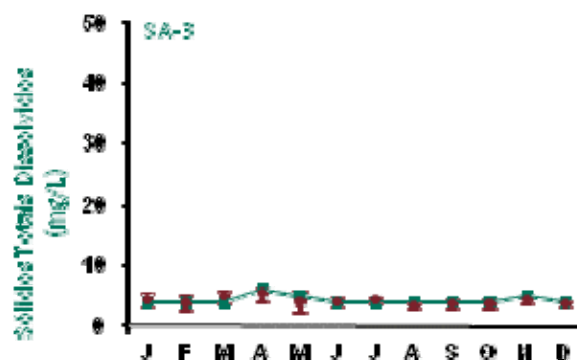


Figura 96: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-3)

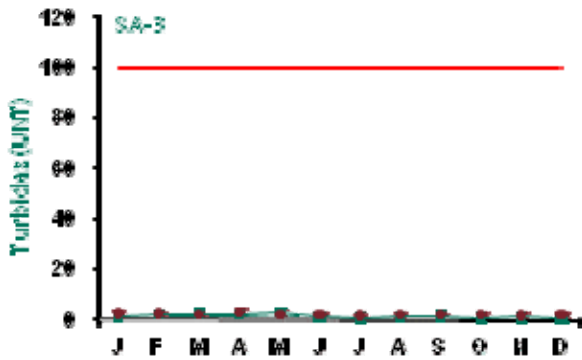


Figura 97: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-3)

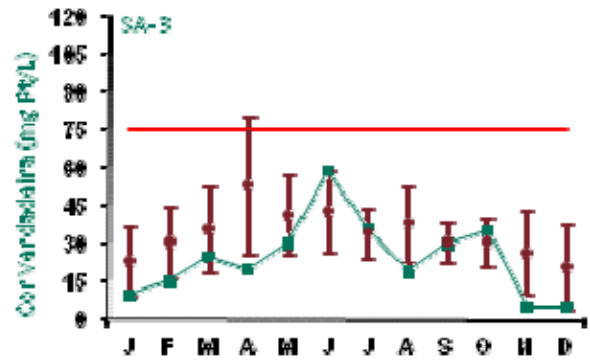


Figura 98: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-3)

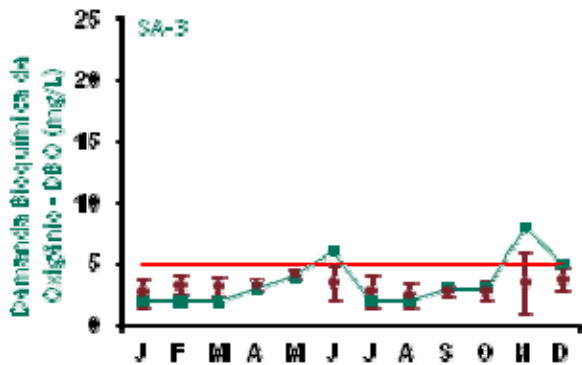


Figura 99: Série histórica e resultados para DBO (SA-3)

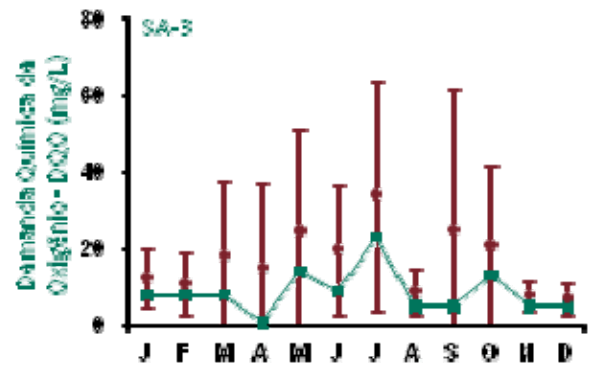


Figura 100: Série histórica e resultados para DQO (SA-3)

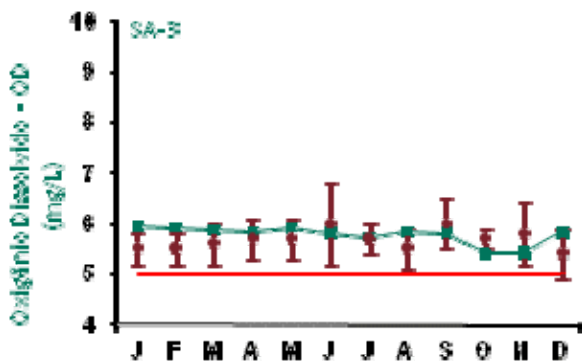


Figura 101: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-3)

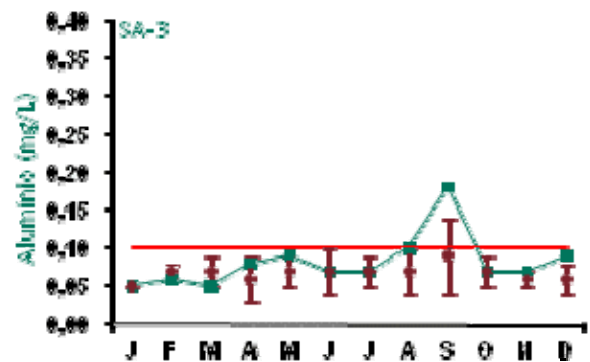


Figura 102: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-3)

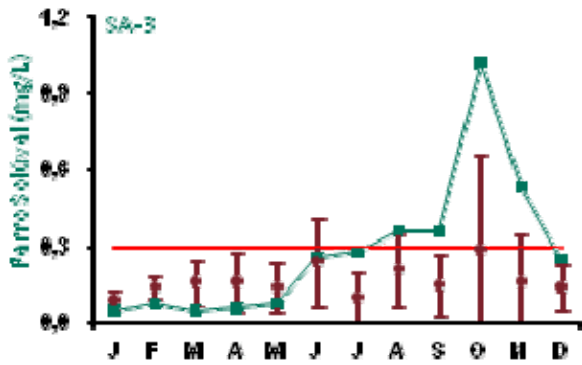


Figura 103: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-3)

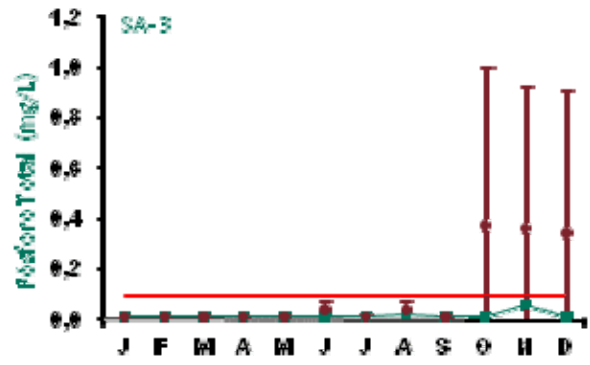


Figura 104: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-3)

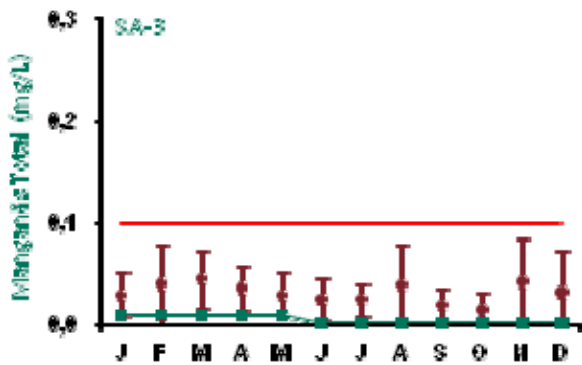


Figura 105: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-3)

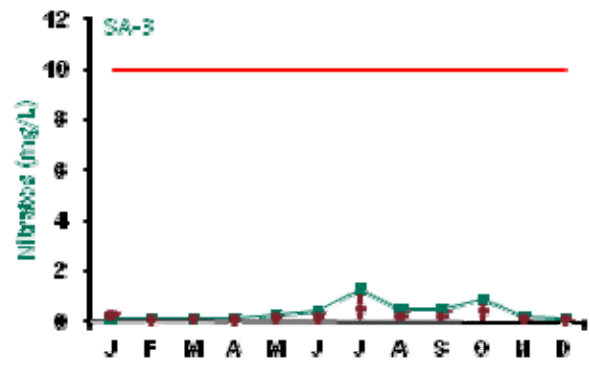


Figura 106: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-3)

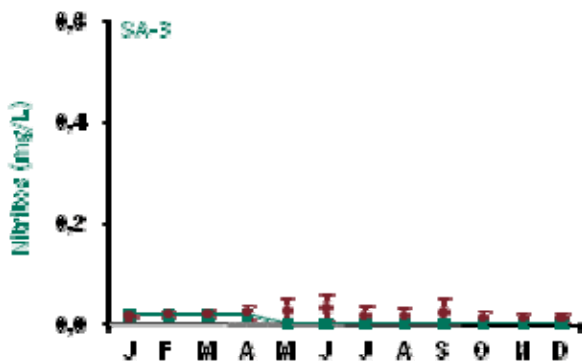


Figura 107: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-3)

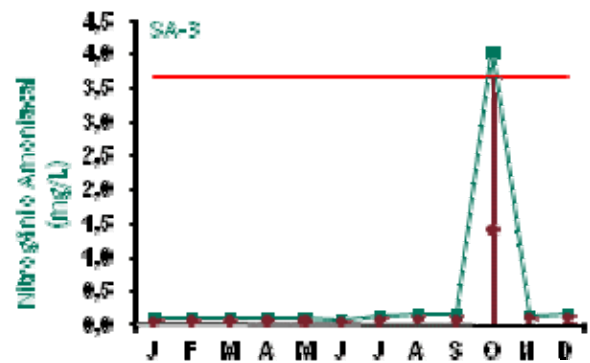


Figura 108: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amônia (SA-3)

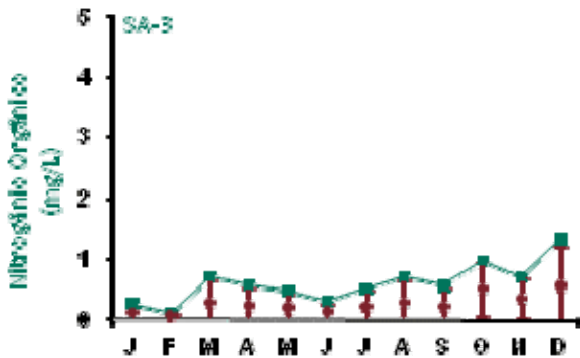


Figura 109: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-3)

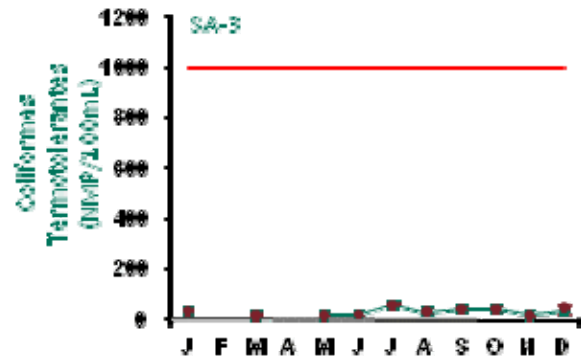


Figura 110: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-3)

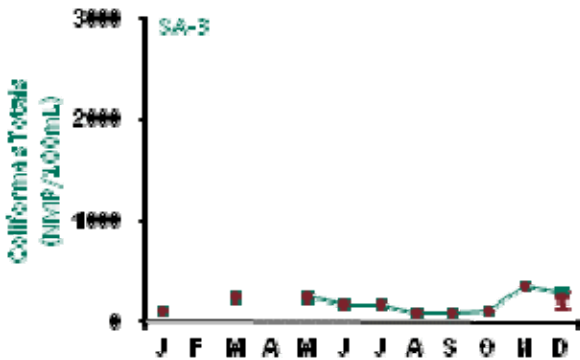


Figura 111: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-3)

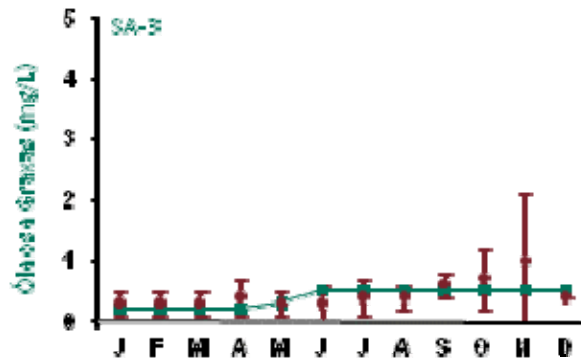


Figura 112: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-3)

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de pH, temperatura, cor verdadeira, DBO, alumínio, ferro solúvel e nitrogênio amoniacal. Para temperatura e cor verdadeira alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para pH, DBO, alumínio, ferro solúvel e nitrogênio amoniacal os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados obtidos para pH são em geral inferiores ao limite mínimo estabelecido na legislação devido as condições naturais da região. Para alumínio, o mês de setembro apresentou resultado acima do padrão legal. Já a DBO ficou acima do limite legal nos meses de junho e novembro.

A variável ferro solúvel ficou acima do limite legal de agosto a novembro, voltando aos patamares normais em dezembro. Esta anormalidade pode estar associada aos locais que apresentaram erosão e estão incluídas nos programas de recuperação de áreas degradadas (PRAD). A exposição das camadas superficiais do terreno facilita o carreamento de material durante as chuvas e, conseqüentemente, o aumento na concentração de algumas variáveis.

No mês de outubro a variável nitrogênio amoniacal ficou acima do limite legal, porém, a série histórica deste mês apresenta grande variabilidade.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.



As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento SA-4

A partir da Figura 113 até a Figura 132 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto SA-4.

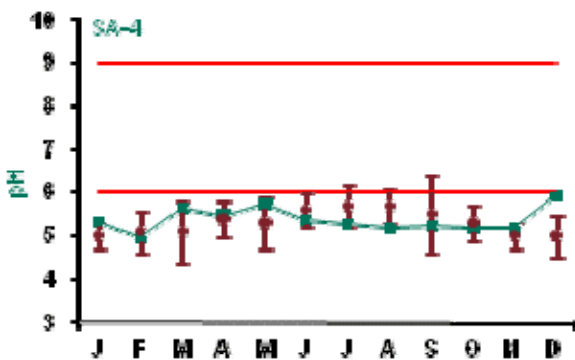


Figura 113: Série histórica e resultados para pH (SA-4)

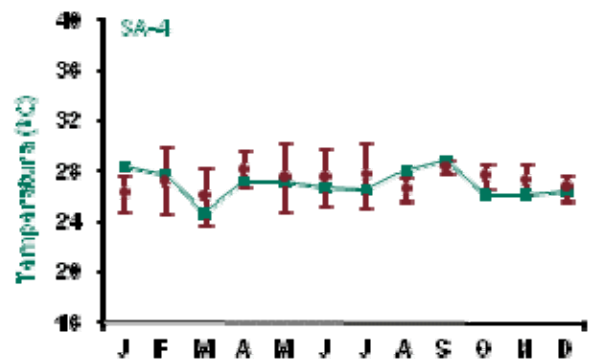


Figura 114: Série histórica e resultados para Temperatura (SA-4)

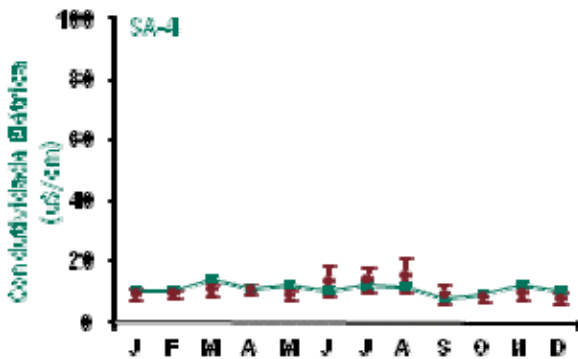


Figura 115: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SA-4)

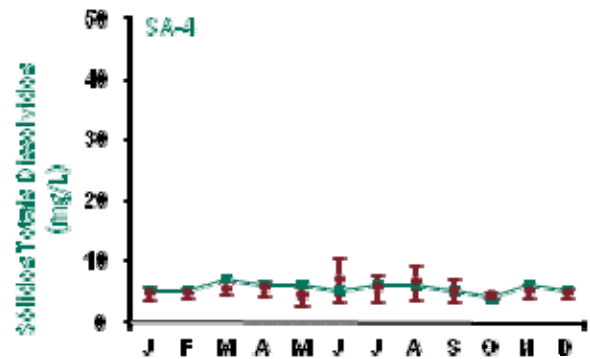


Figura 116: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SA-4)

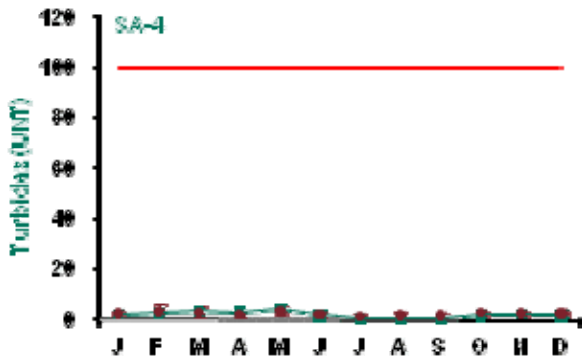


Figura 117: Série histórica e resultados para Turbidez (SA-4)

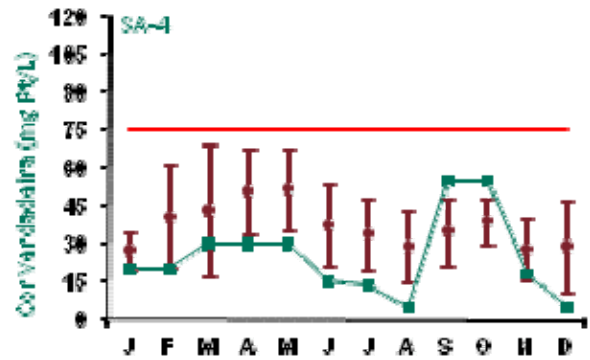


Figura 118: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SA-4)

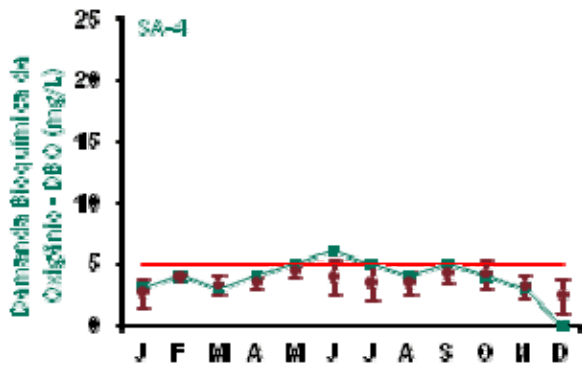


Figura 119: Série histórica e resultados para DBO (SA-4)

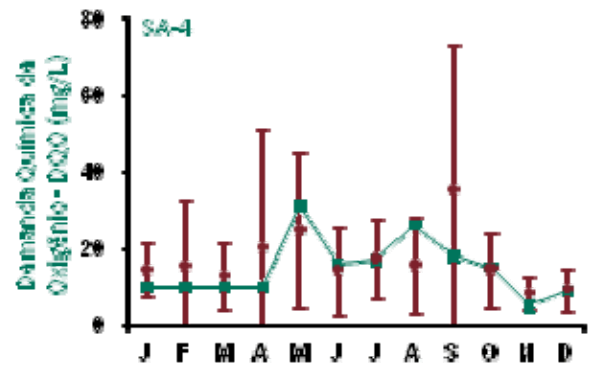


Figura 120: Série histórica e resultados para DQO (SA-4)

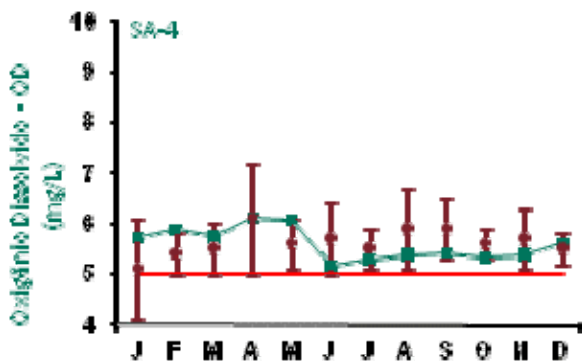


Figura 121: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SA-4)

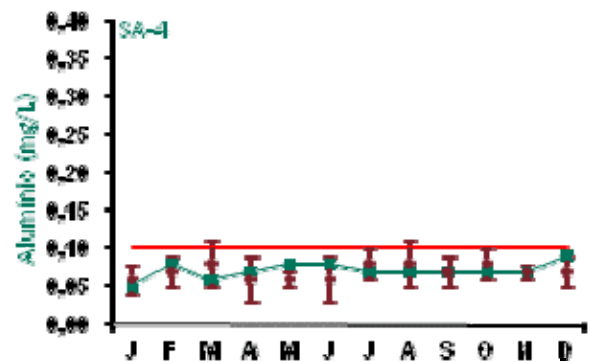


Figura 122: Série histórica e resultados para Alumínio (SA-4)

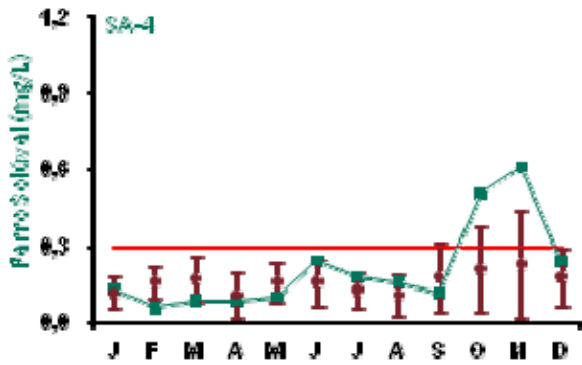


Figura 123: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SA-4)

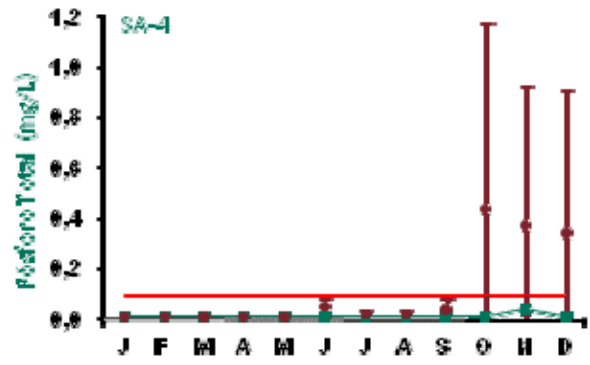


Figura 124: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SA-4)

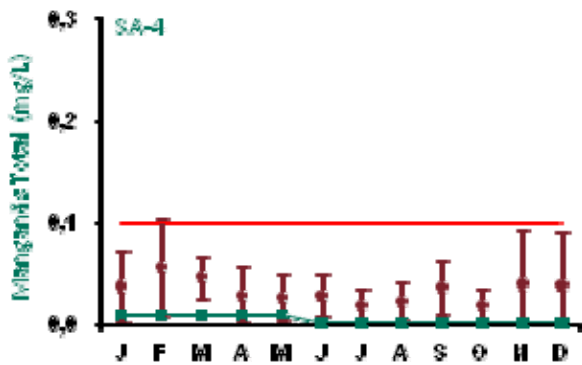


Figura 125: Série histórica e resultados para Manganês Total (SA-4)

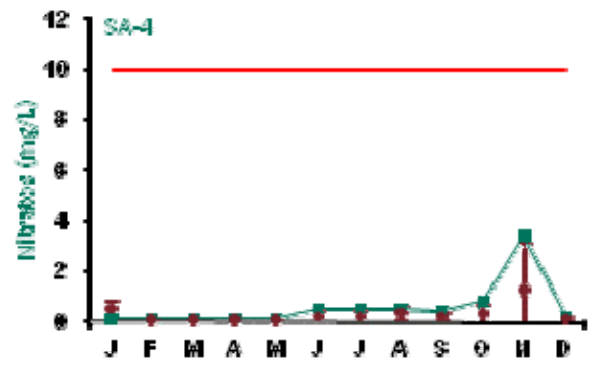


Figura 126: Série histórica e resultados para Nitratos (SA-4)

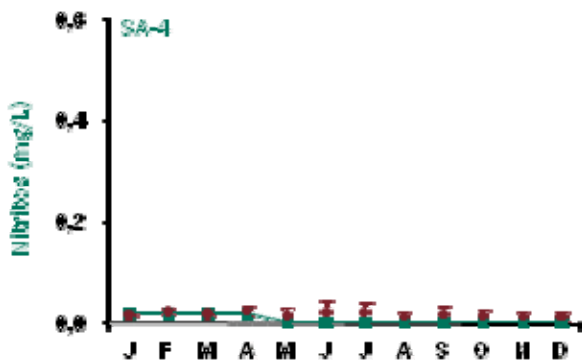


Figura 127: Série histórica e resultados para Nitritos (SA-4)

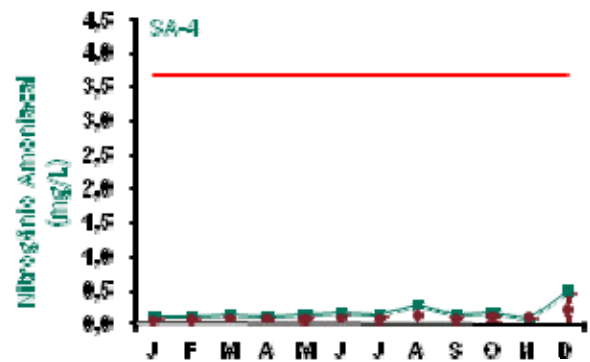


Figura 128: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (SA-4)

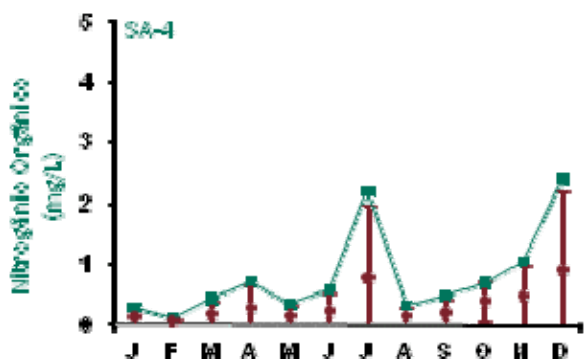


Figura 129: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SA-4)

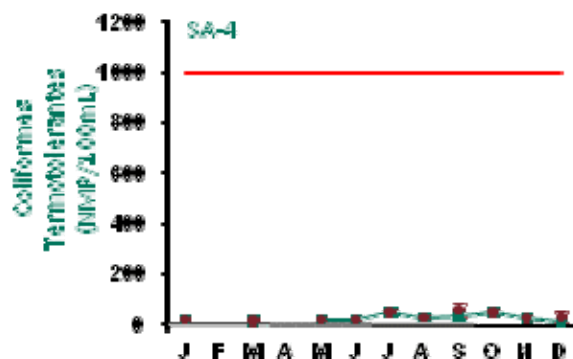


Figura 130: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SA-4)

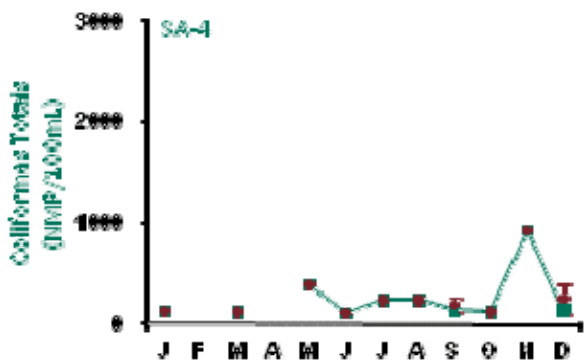


Figura 131: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SA-4)

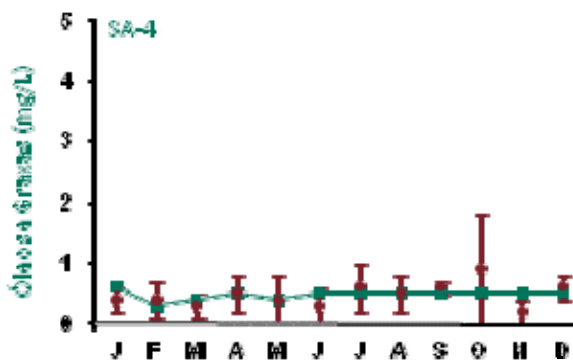


Figura 132: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SA-4)

Os resultados obtidos no monitoramento do ponto SA-4 apresentou a maioria dos resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para pH, o que também ocorre à montante, onde é monitorado pelo ponto SA-3.

No mês de junho a DBO apresentou sua concentração acima do padrão legal. Assim como o ponto SA-3, este ponto de monitoramento também sofre influência das águas do lago Sapucaá devido à sua proximidade do mesmo, cujas águas nesta época apresentam maior concentração de matéria orgânica.

A variável ferro solúvel ficou acima do limite legal nos meses de outubro e novembro, voltando aos patamares normais em dezembro. As concentrações de metais na água estão relacionados à constituição geoquímica das áreas de drenagem que contribuem para o corpo d'água, cujos processos erosivos tem influência na constituição da concentração destes elementos.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de pH, cor verdadeira, DBO, ferro solúvel, manganês e nitrogênio orgânico. Para manganês alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para pH e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Cor verdadeira, DBO e ferro solúvel apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.



Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento SAZ-1

A partir da Figura 133 até a Figura 152 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto SAZ-1.

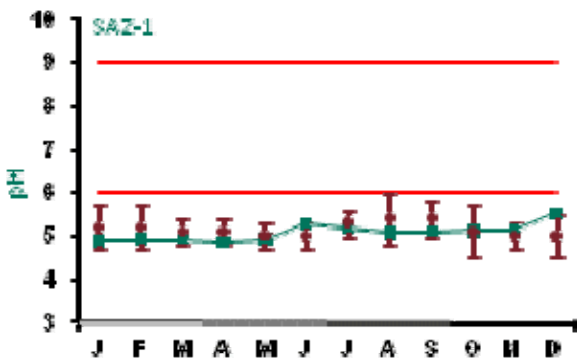


Figura 133: Série histórica e resultados para pH (SAZ-1)

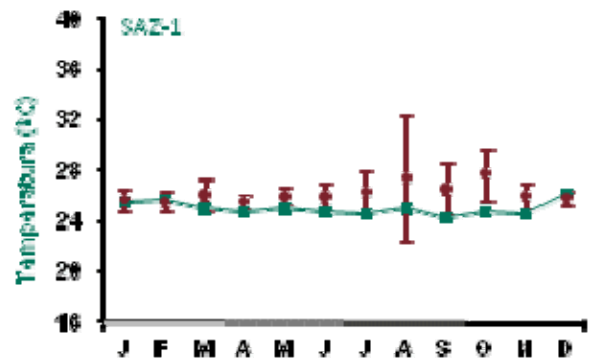


Figura 134: Série histórica e resultados para Temperatura (SAZ-1)

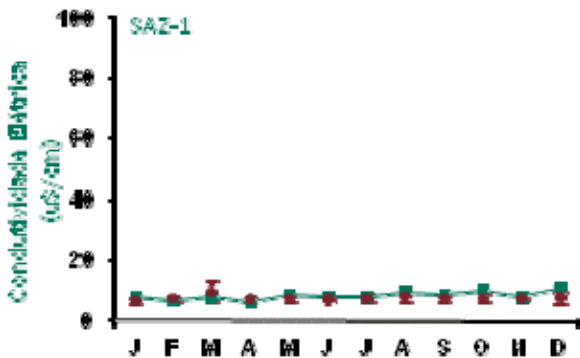


Figura 135: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SAZ-1)

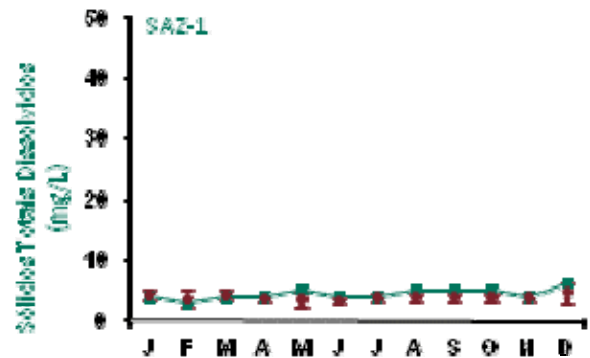


Figura 136: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SAZ-1)

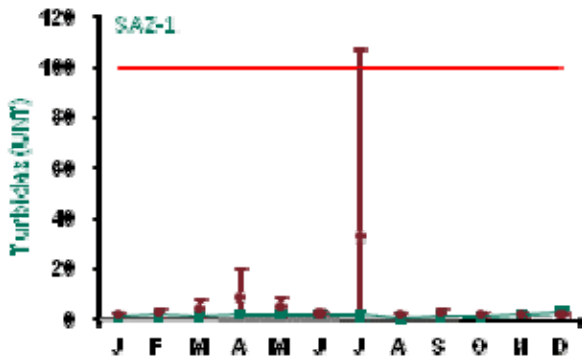


Figura 137: Série histórica e resultados para Turbidez (SAZ-1)

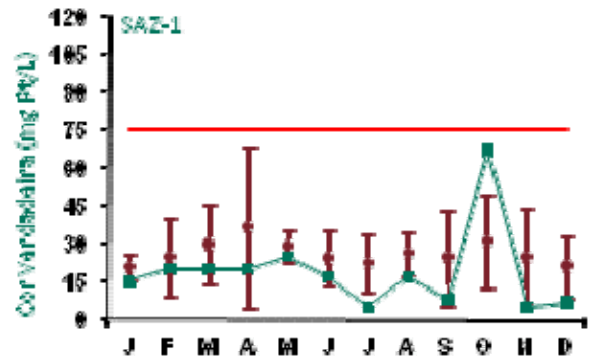


Figura 138: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SAZ-1)

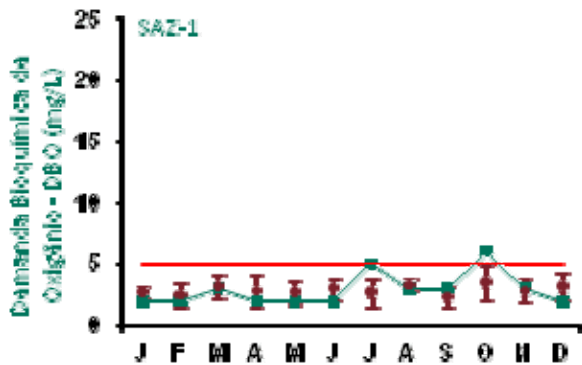


Figura 139: Série histórica e resultados para DBO (SAZ-1)

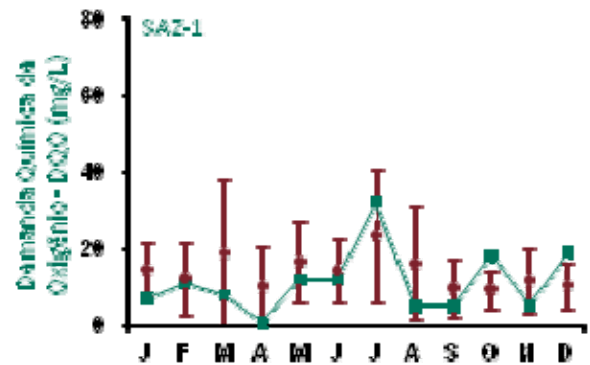


Figura 140: Série histórica e resultados para DQO (SAZ-1)

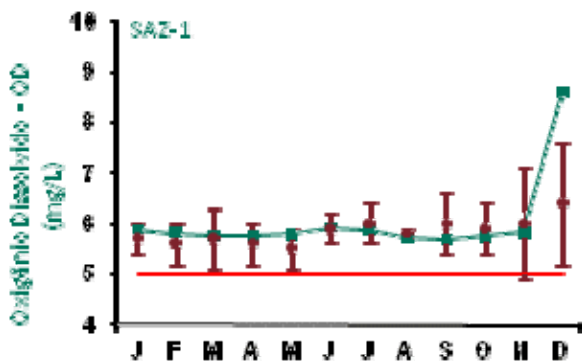


Figura 141: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SAZ-1)

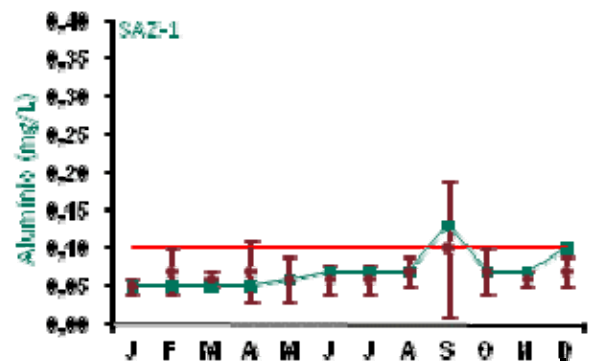


Figura 142: Série histórica e resultados para Alumínio (SAZ-1)

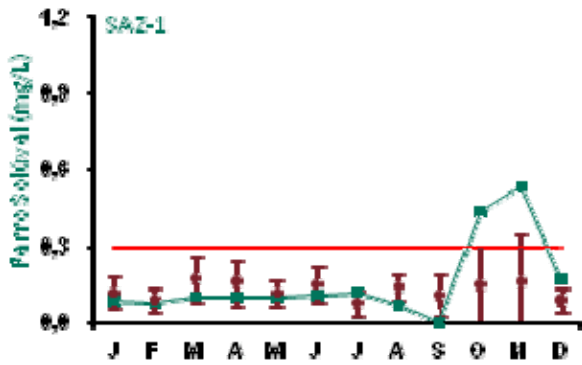


Figura 143: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SAZ-1)

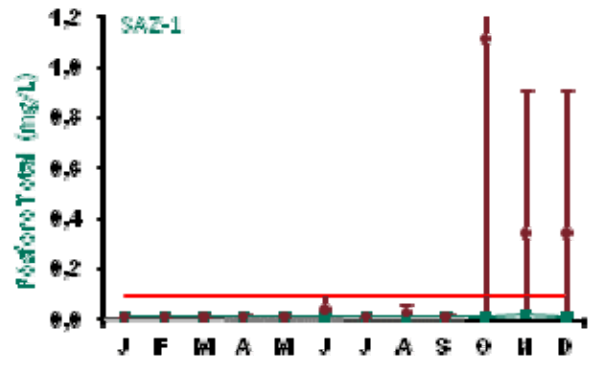


Figura 144: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SAZ-1)

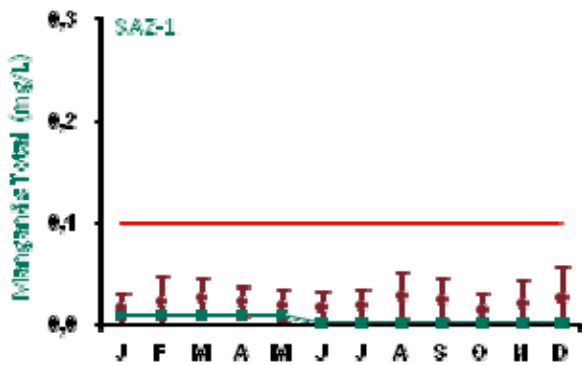


Figura 145: Série histórica e resultados para Manganês Total (SAZ-1)

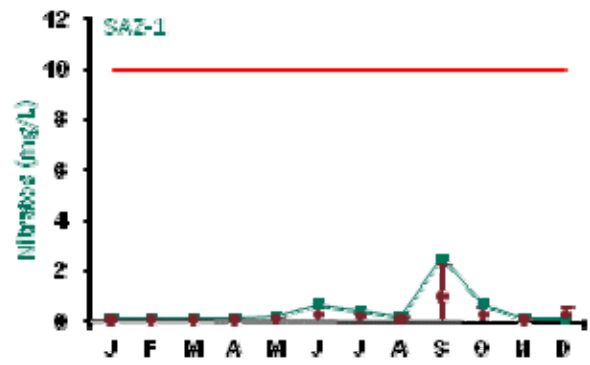


Figura 146: Série histórica e resultados para Nitratos (SAZ-1)

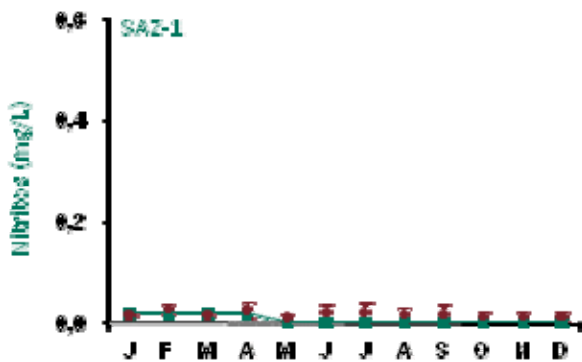


Figura 147: Série histórica e resultados para Nitritos (SAZ-1)

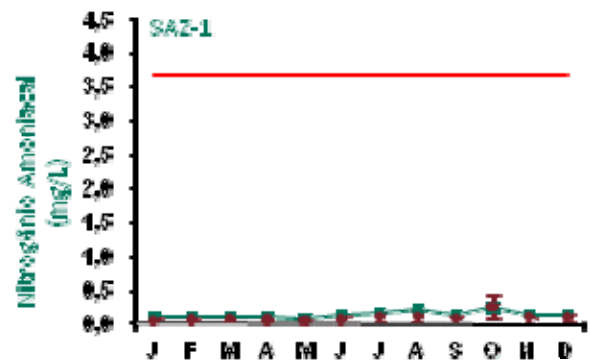


Figura 148: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (SAZ-1)

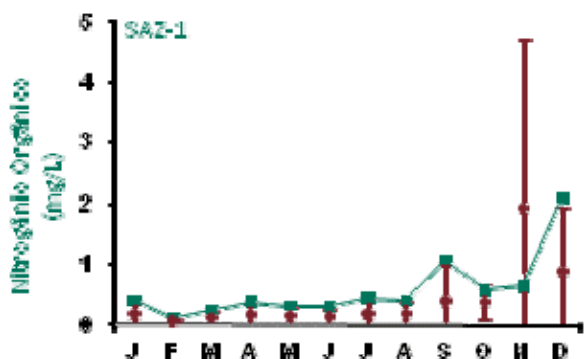


Figura 149: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SAZ-1)

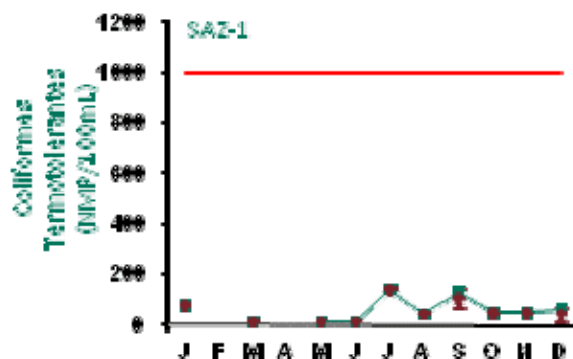


Figura 150: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SAZ-1)

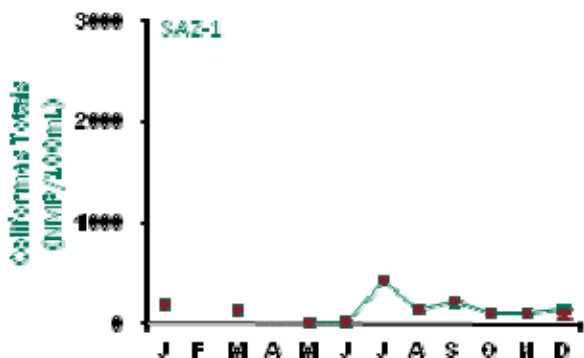


Figura 151: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SAZ-1)

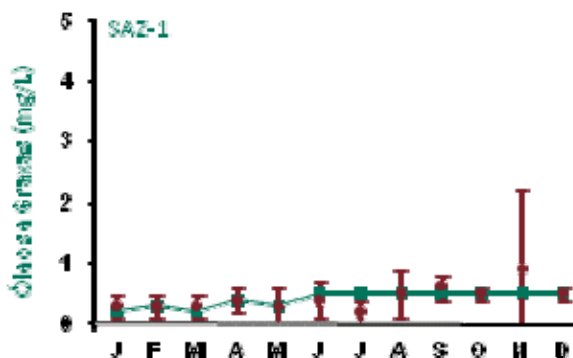


Figura 152: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SAZ-1)

No ponto de monitoramento SAZ-1 a maioria dos resultados apresentou valores dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH. Os resultados obtidos para pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características naturais da região.

No mês de setembro o alumínio apresentou-se acima do padrão legal. A variável ferro solúvel ficou acima do limite legal nos meses de outubro e novembro, voltando aos patamares normais em dezembro. Contudo, não foram identificadas anormalidades nas demais variáveis que pudessem indicar alterações decorrentes do aporte de sólidos para este corpo hídrico em função das atividades do Empreendimento.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ficou acima do limite legal no mês de outubro.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de temperatura, cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel e nitrogênio orgânico. Para temperatura alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Cor verdadeira apresentou variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.



As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento SAZ-2

A partir da Figura 153 até a Figura 172 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto SAZ-2.

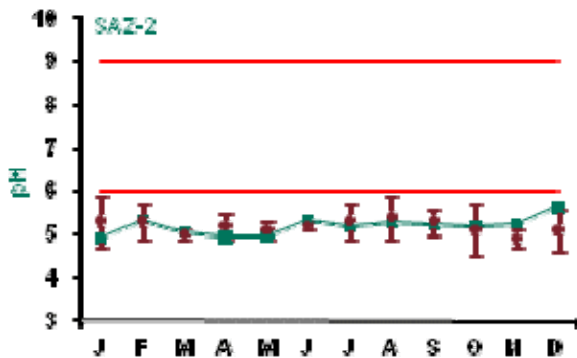


Figura 153: Série histórica e resultados para pH (SAZ-2)

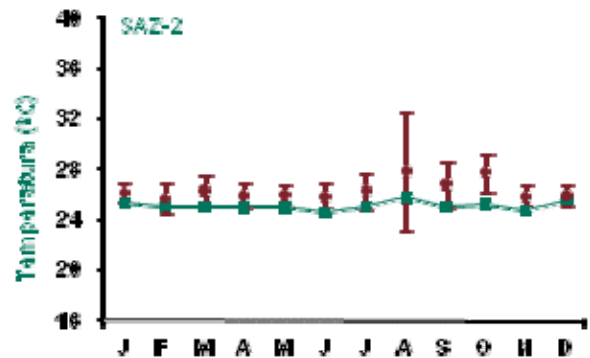


Figura 154: Série histórica e resultados para Temperatura (SAZ-2)

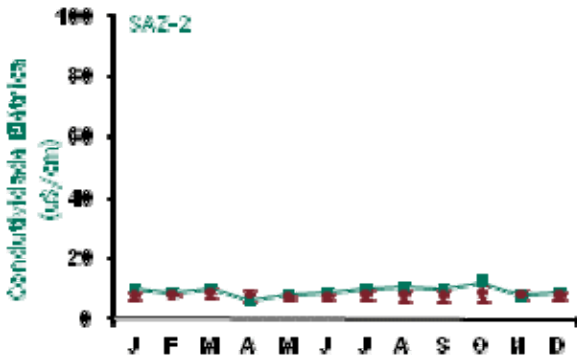


Figura 155: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (SAZ-2)

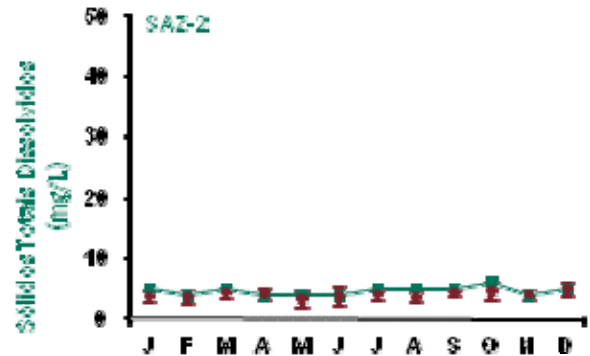


Figura 156: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (SAZ-2)

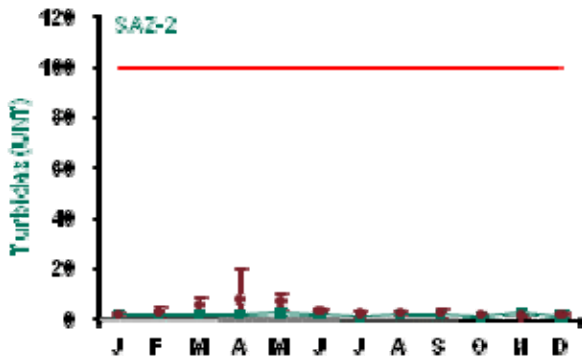


Figura 157: Série histórica e resultados para Turbidez (SAZ-2)

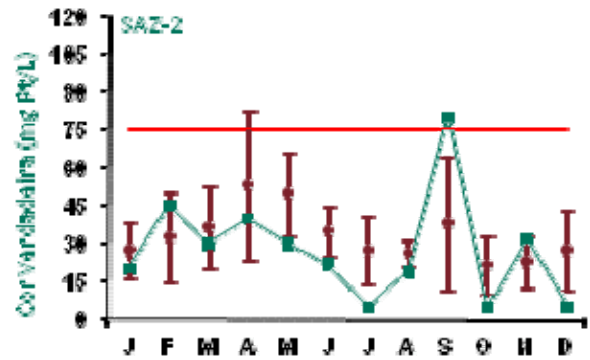


Figura 158: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (SAZ-2)

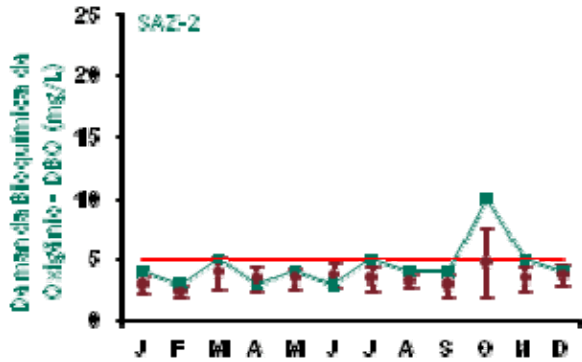


Figura 159: Série histórica e resultados para DBO (SAZ-2)

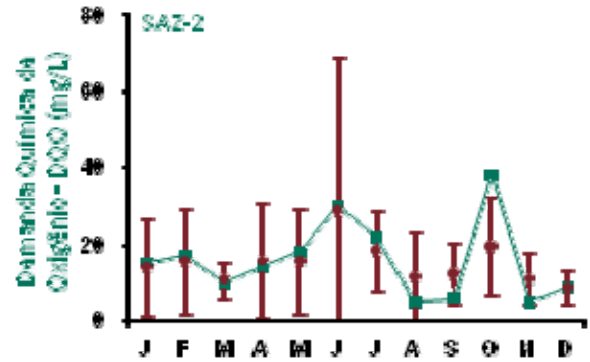


Figura 160: Série histórica e resultados para DQO (SAZ-2)

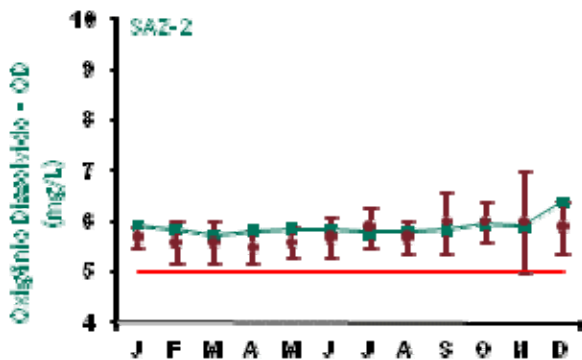


Figura 161: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (SAZ-2).

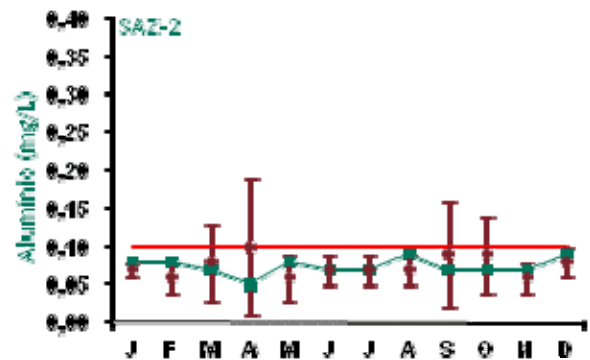


Figura 162: Série histórica e resultados para Alumínio (SAZ-2).

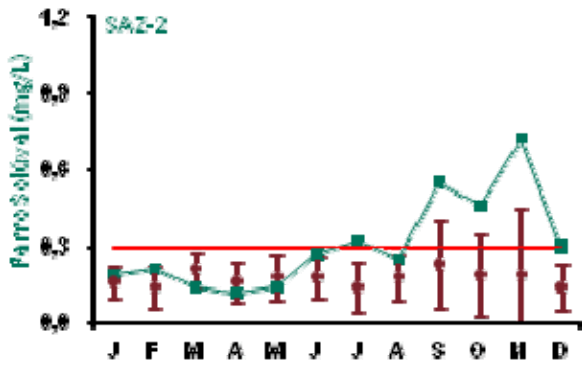


Figura 163: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (SAZ-2)

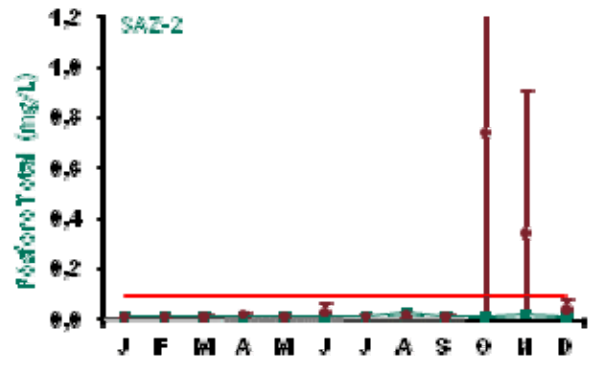


Figura 164: Série histórica e resultados para Fósforo Total (SAZ-2)

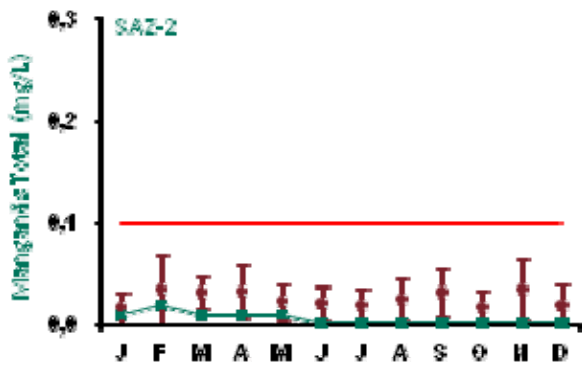


Figura 165: Série histórica e resultados para Manganês Total (SAZ-2)

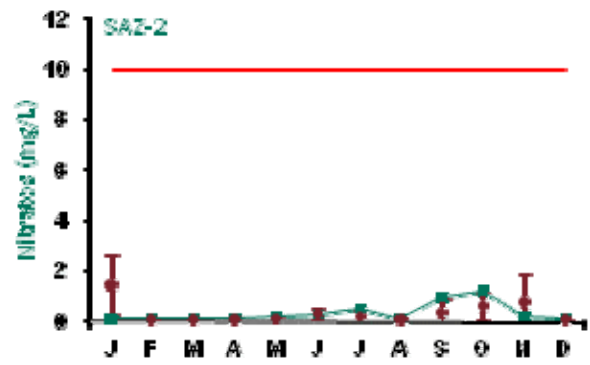


Figura 166: Série histórica e resultados para Nitratos (SAZ-2)

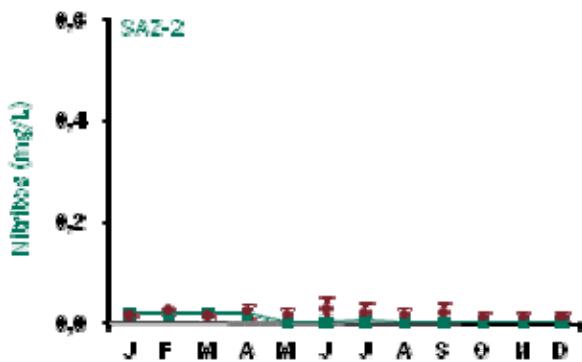


Figura 167: Série histórica e resultados para Nitritos (SAZ-2)

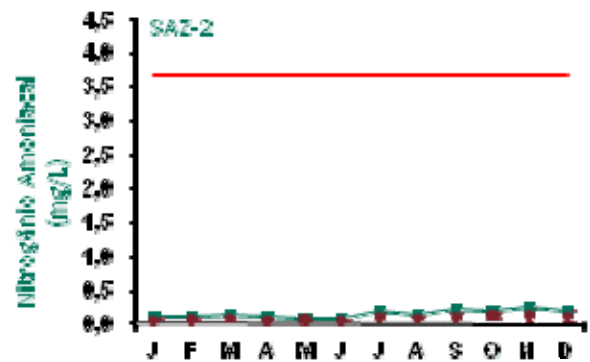


Figura 168: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (SAZ-2)

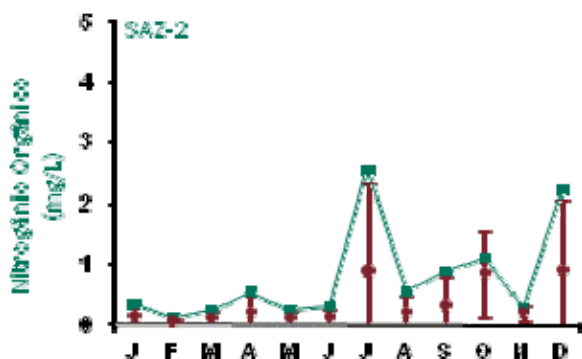


Figura 169: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (SAZ-2)

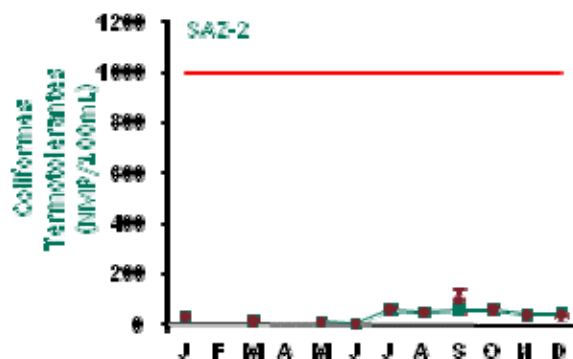


Figura 170: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (SAZ-2)

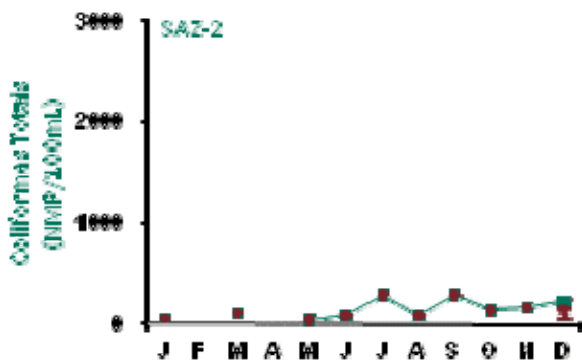


Figura 171: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (SAZ-2)

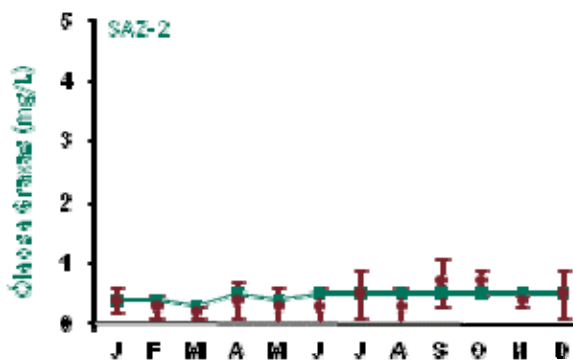


Figura 172: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (SAZ-2)

No ponto de monitoramento SAZ-2 a maioria dos resultados apresentou valores dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH, o que também ocorre em seu trecho à montante, monitorado através do ponto SAZ-1. Os resultados obtidos para pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características naturais da região.

A variável ferro solúvel ficou acima do limite legal no mês de julho e de setembro a novembro, voltando aos patamares normais em dezembro.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ficou acima do limite legal no mês de outubro. Para este ponto não há contribuição de efluentes de origem orgânica, mas concentrações ligeiramente acima dos limites estipulados pela legislação não são raros, considerando principalmente a densa floresta que constituem as áreas de drenagem deste igarapé

No mês de setembro foi identificado um valor de “pico” para a cor verdadeira, cuja variação está relacionada a substâncias dissolvidas na água que possam alterar a coloração, onde se incluem as substâncias orgânicas de origem natural.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de temperatura, cor verdadeira, DBO, DQO, ferro solúvel e nitrogênio orgânico. Para temperatura alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para DBO, DQO, ferro solúvel e nitrogênio orgânico



os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Cor verdadeira apresentou variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

Os pontos de monitoramento apresentaram variabilidade na concentração das variáveis e os valores de pH encontram-se, em sua maioria, abaixo do padrão legal preconizado pela resolução CONAMA 357/2005. Entretanto, a sazonalidade dos valores encontrados para pH constitui-se num fator determinante para variação dos demais resultados obtidos, visto que, na época de chuvas, grande parte do material orgânico e inorgânico acumulado durante o período de estiagem é carregado para os cursos d'água. Do mesmo modo, a movimentação de material decorrente do aumento do nível do rio e a conseqüente inundação das margens devem ser consideradas na análise dos resultados.

■ Ponto de Monitoramento AL-1

A partir da Figura 173 até a Figura 192 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto AL-1.

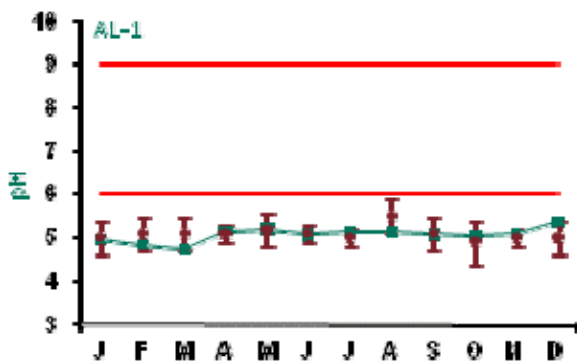


Figura 173: Série histórica e resultados para pH (AL-1)

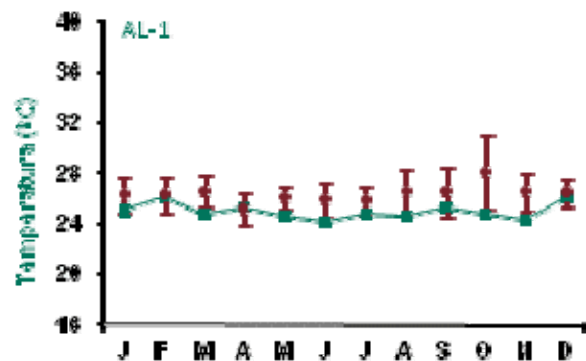


Figura 174: Série histórica e resultados para Temperatura (AL-1)

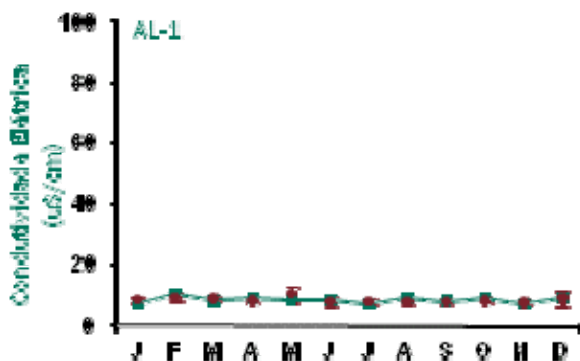


Figura 175: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AL-1)

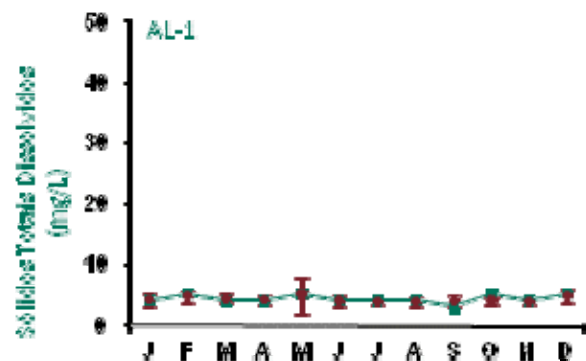


Figura 176: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AL-1)

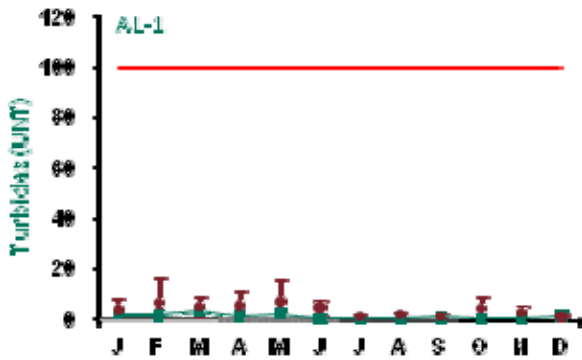


Figura 177: Série histórica e resultados para Turbidez (AL-1)

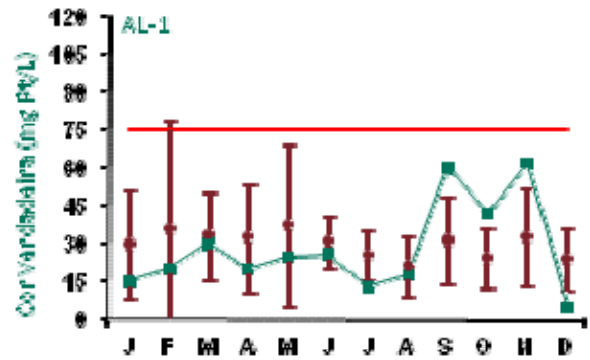


Figura 178: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AL-1)

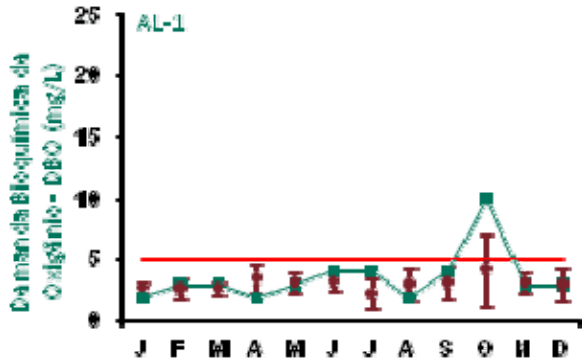


Figura 179: Série histórica e resultados para DBO (AL-1)

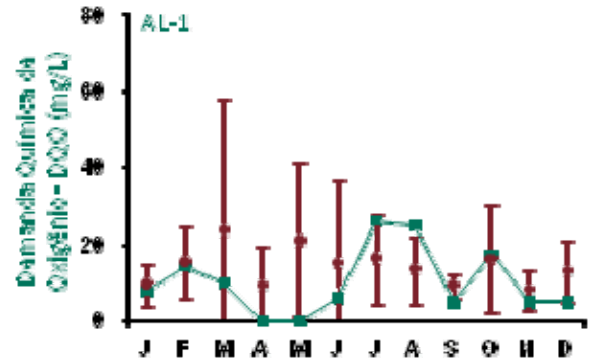


Figura 180: Série histórica e resultados para DQO (AL-1)

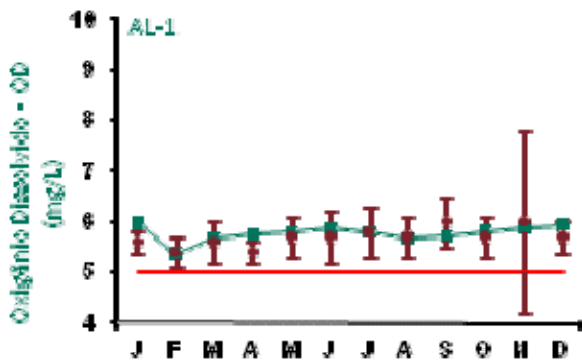


Figura 181: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AL-1)

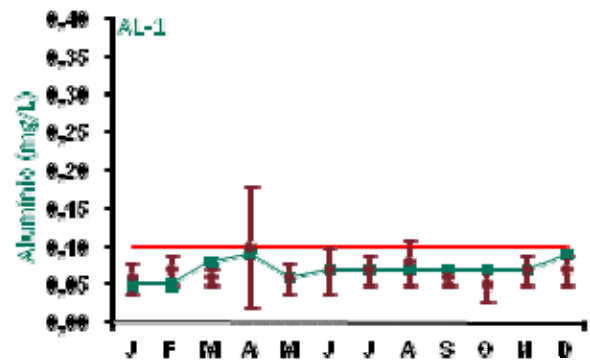


Figura 182: Série histórica e resultados para Alumínio (AL-1)

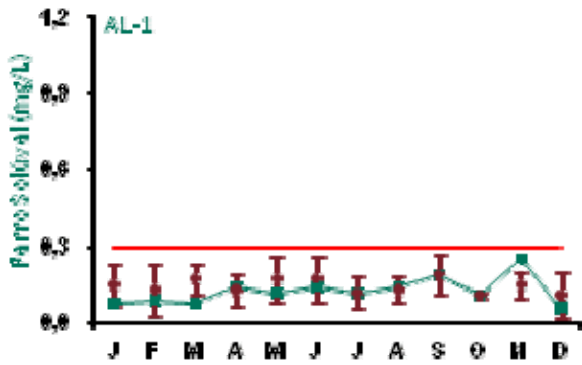


Figura 183: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AL-1)

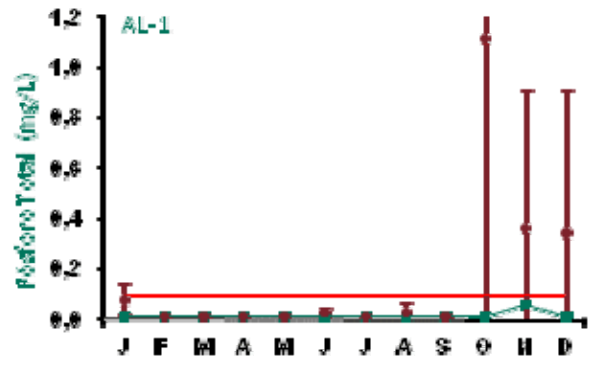


Figura 184: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AL-1)

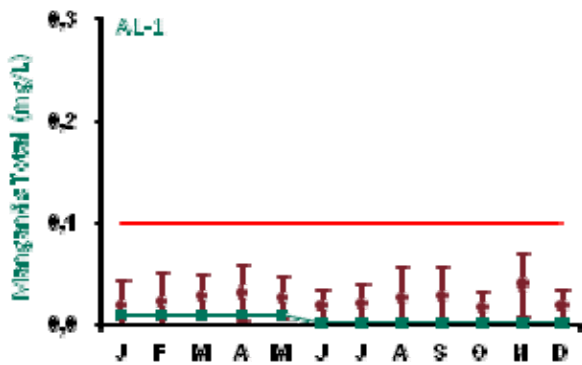


Figura 185: Série histórica e resultados para Manganês Total (AL-1)

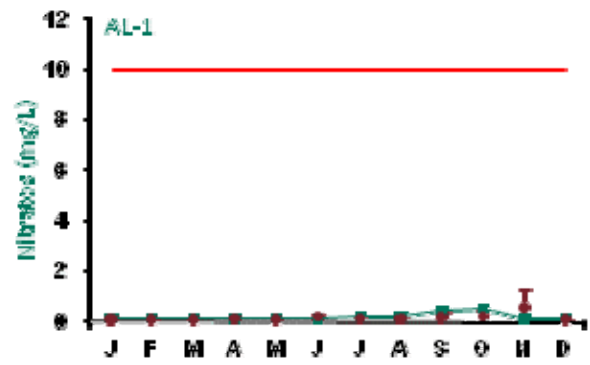


Figura 186: Série histórica e resultados para Nitratos (AL-1)

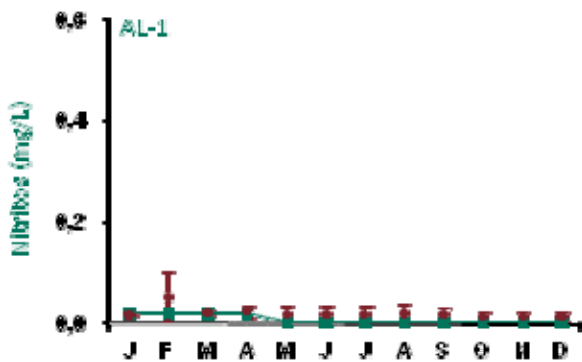


Figura 187: Série histórica e resultados para Nitritos (AL-1)

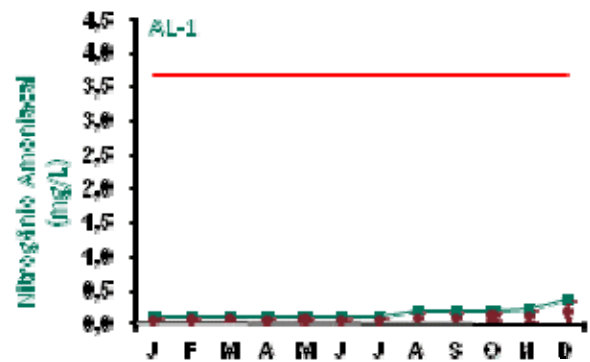


Figura 188: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniacal (AL-1)

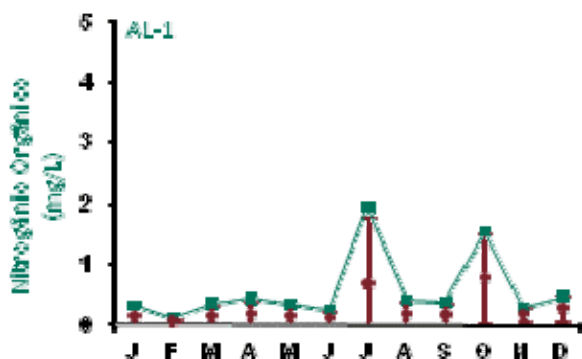


Figura 189: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AL-1)

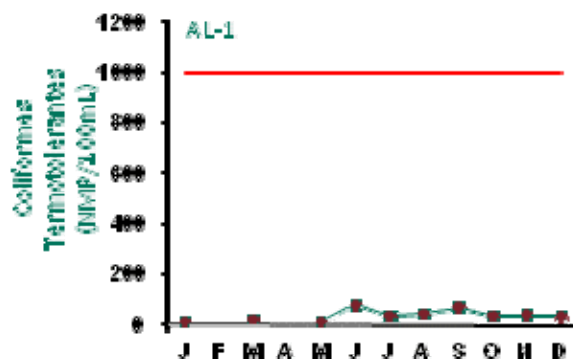


Figura 190: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AL-1)

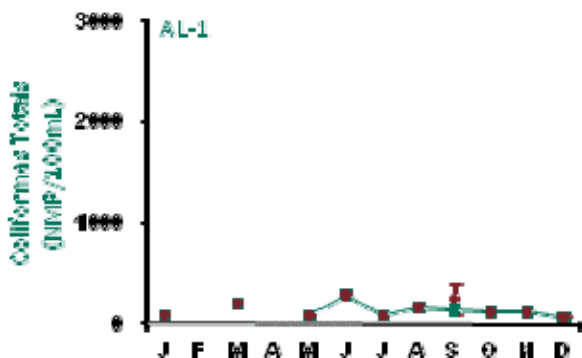


Figura 191: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AL-1)

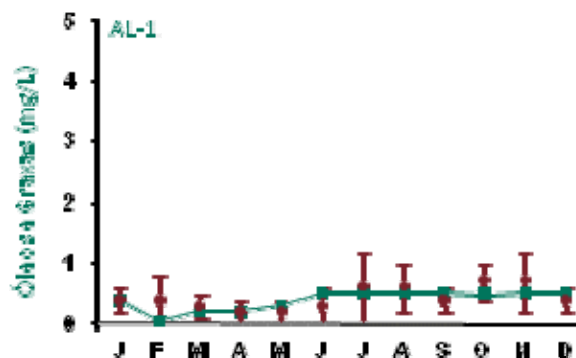


Figura 192: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AL-1)

Os resultados do monitoramento do ponto AL-1 apresentaram-se, no geral, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para pH. Os resultados obtidos para pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características naturais da região.

Com exceção do pH, apenas a variável DBO ficou fora do limite legal neste ponto de monitoramento, sendo esta ocorrência identificada no mês outubro. Para este ponto não há contribuição de efluentes de origem orgânica, mas concentrações ligeiramente acima dos limites estipulados pela legislação não são raros, considerando principalmente a densa floresta que constituem as áreas de drenagem deste igarapé.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de temperatura, cor verdadeira, DBO, DQO ferro solúvel e nitrogênio orgânico. Para temperatura, alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para DBO, DQO e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Cor verdadeira e ferro solúvel apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009



em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento AL-2

A partir da Figura 193 até a Figura 212 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto AL-2.

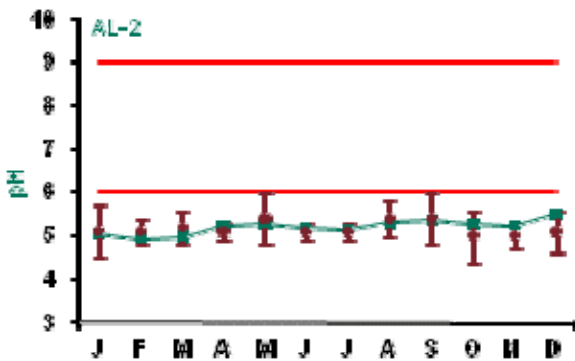


Figura 193: Série histórica e resultados para pH (AL-2)

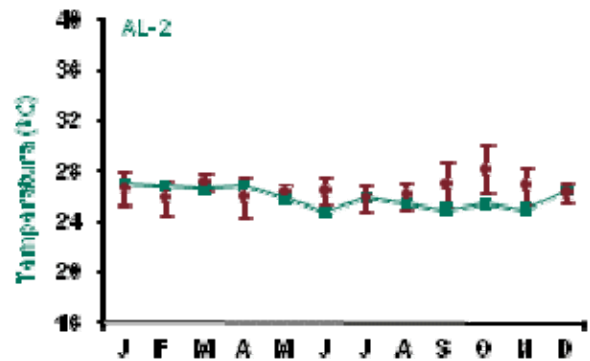


Figura 194: Série histórica e resultados para Temperatura (AL-2)

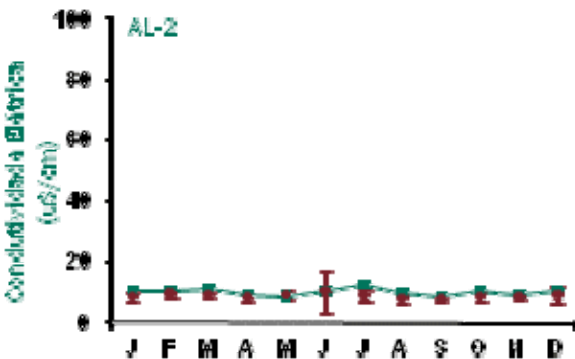


Figura 195: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AL-2)

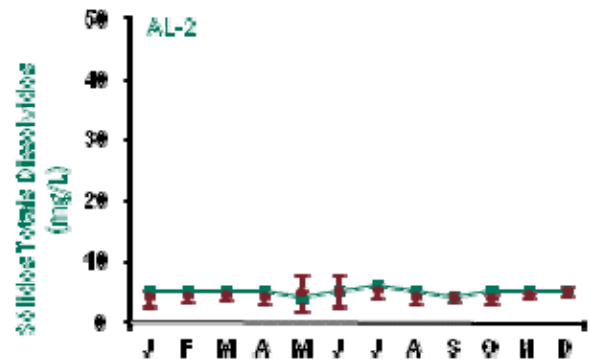


Figura 196: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AL-2)

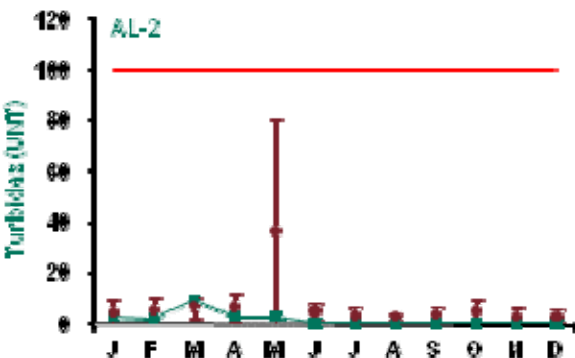


Figura 197: Série histórica e resultados para Turbidez (AL-2)

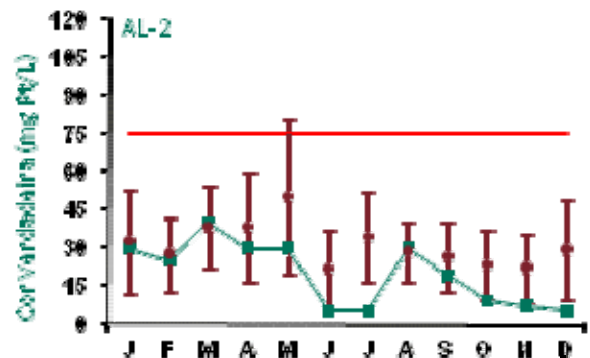


Figura 198: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AL-2)

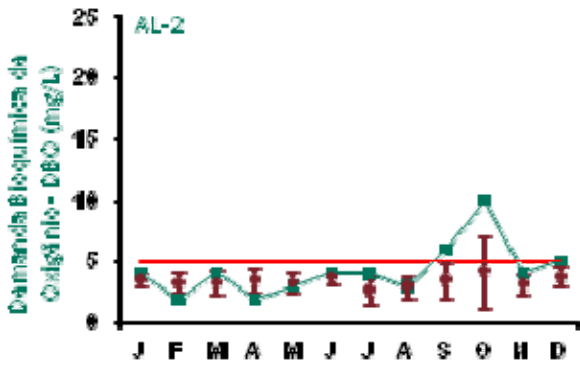


Figura 199: Série histórica e resultados para DBO (AL-2)

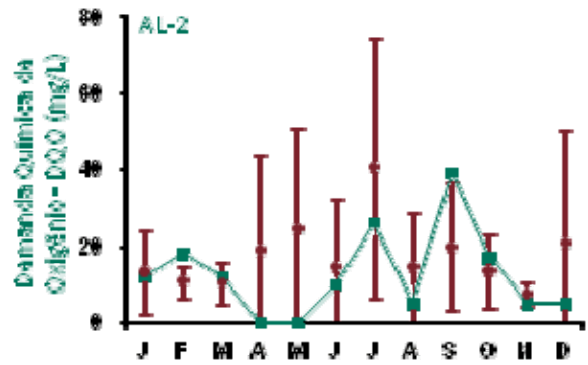


Figura 200: Série histórica e resultados para DQO (AL-2)

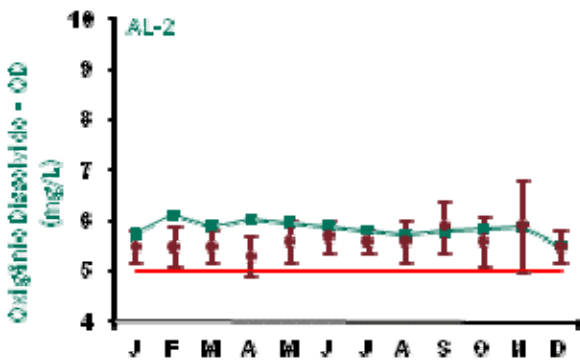


Figura 201: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AL-2)

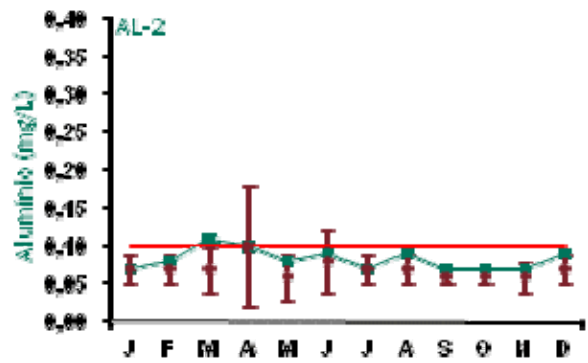


Figura 202: Série histórica e resultados para Alumínio (AL-2)

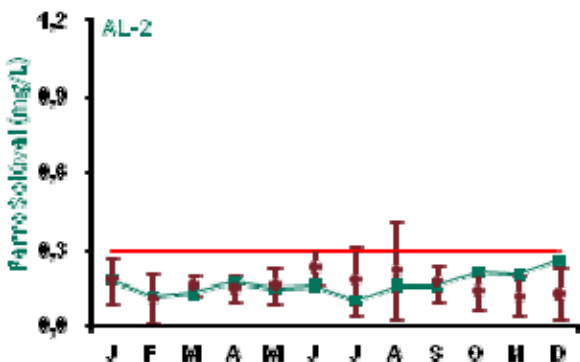


Figura 203: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AL-2)

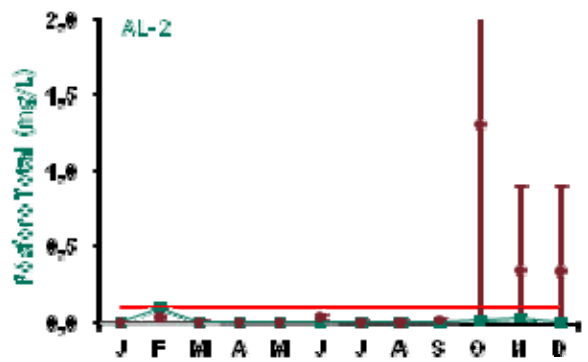


Figura 204: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AL-2)

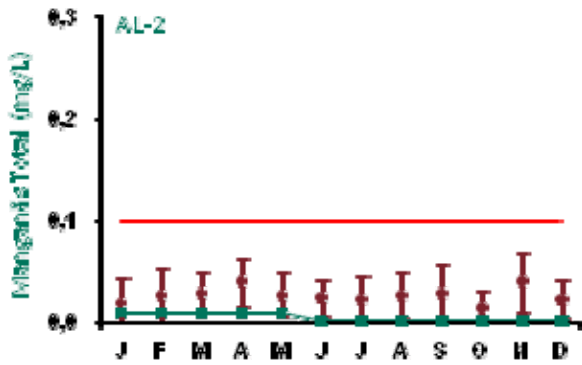


Figura 205: Série histórica e resultados para Manganês Total (AL-2)

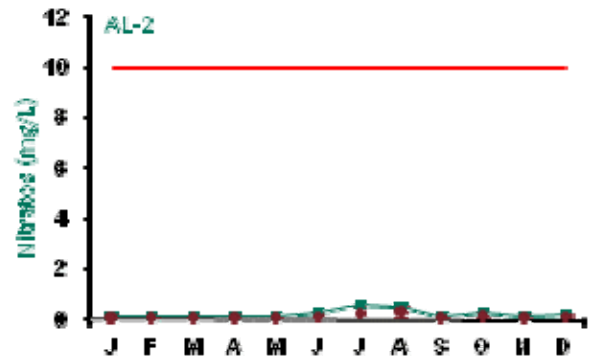


Figura 206: Série histórica e resultados para Nitratos (AL-2)

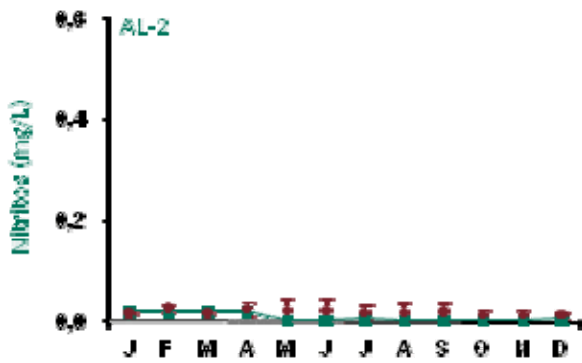


Figura 207: Série histórica e resultados para Nitritos (AL-2)

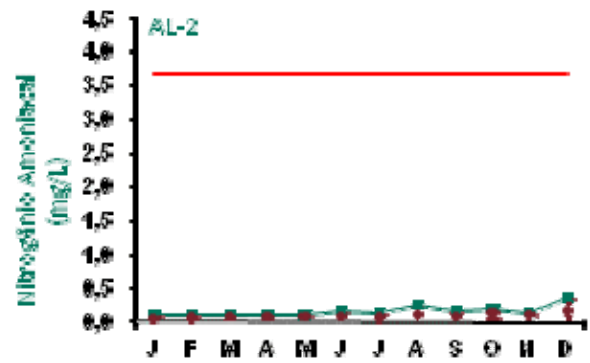


Figura 208: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (AL-2)

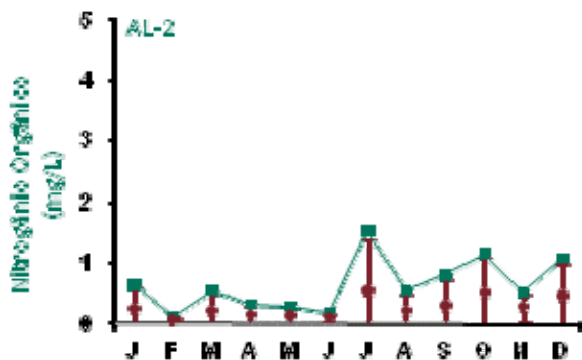


Figura 209: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AL-2)

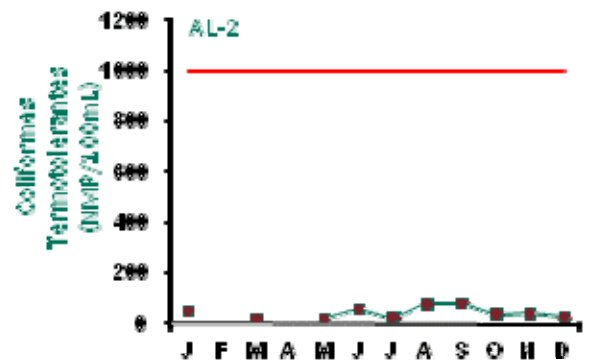


Figura 210: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AL-2)

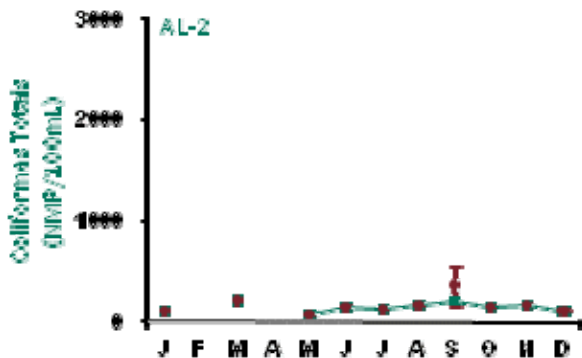


Figura 211: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AL-2)

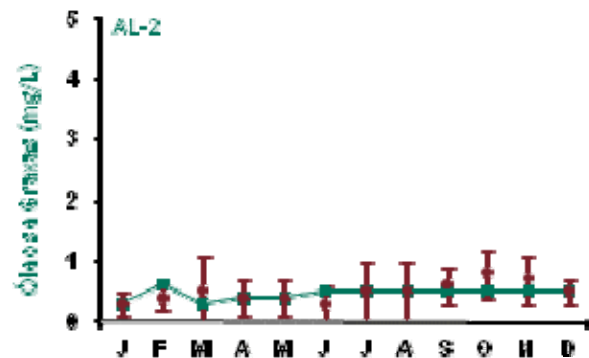


Figura 212: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AL-2)

A maioria dos resultados obtidos no monitoramento do ponto AL-2 apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH. Os resultados obtidos para pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características naturais da região.

Alumínio ficou ligeiramente acima do limite legal no mês de março. Contudo, não foram identificadas anormalidades nas demais variáveis que pudessem indicar alterações decorrentes do aporte de sólidos para este corpo hídrico em função das atividades do Empreendimento.

A variável DBO ficou acima do limite legal nos meses de setembro e outubro, voltando aos patamares normais em novembro. Para este ponto não há contribuição de efluentes de origem orgânica, mas concentrações ligeiramente acima dos limites estipulados pela legislação não são raros, considerando principalmente a densa floresta que constituem as áreas de drenagem deste igarapé.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de temperatura, cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, manganês e nitrogênio orgânico. Para temperatura, cor verdadeira e manganês alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para DBO, DQO, oxigênio dissolvido e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento AL-3

A partir da Figura 213 até a Figura 232 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto AL-3.



Figura 213: Série histórica e resultados para pH (AL-3)

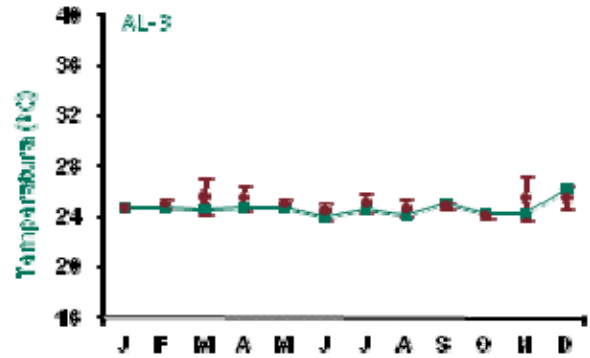


Figura 214: Série histórica e resultados para Temperatura (AL-3)

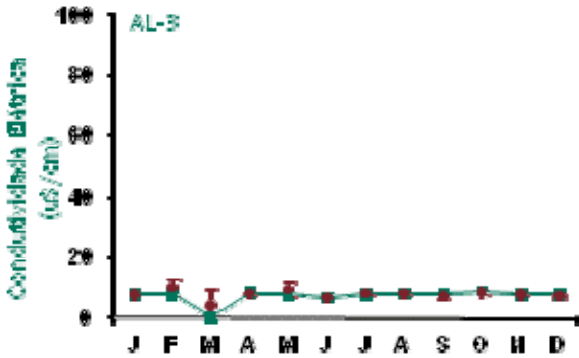


Figura 215: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AL-3)

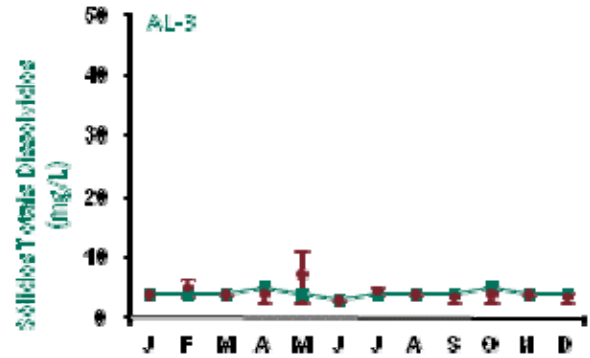


Figura 216: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AL-3)

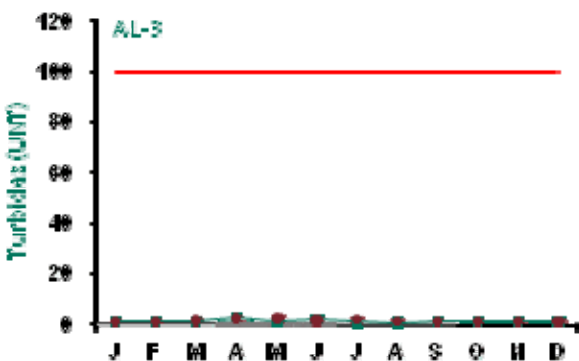


Figura 217: Série histórica e resultados para Turbidez (AL-3)

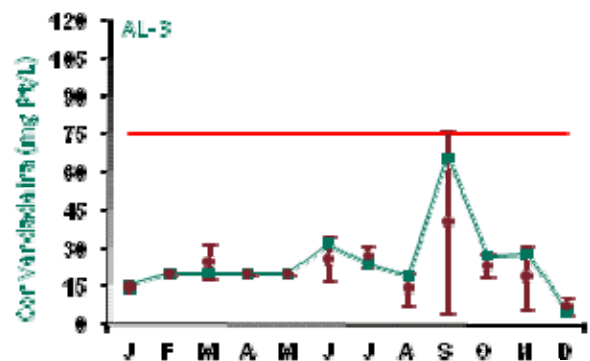


Figura 218: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AL-3)

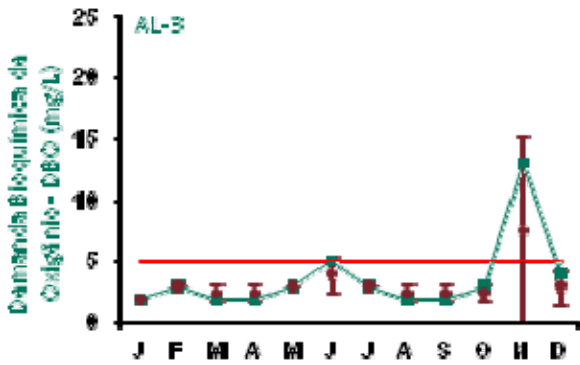


Figura 219: Série histórica e resultados para DBO (AL-3)

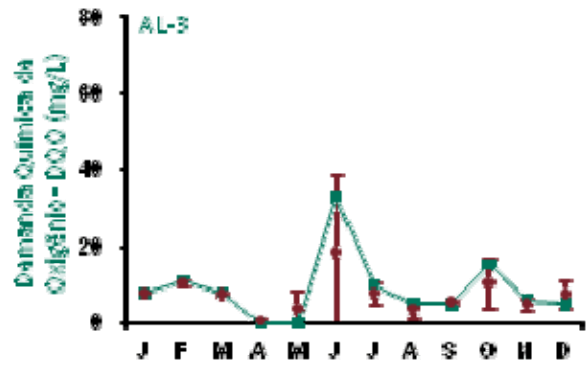


Figura 220: Série histórica e resultados para DQO (AL-3)

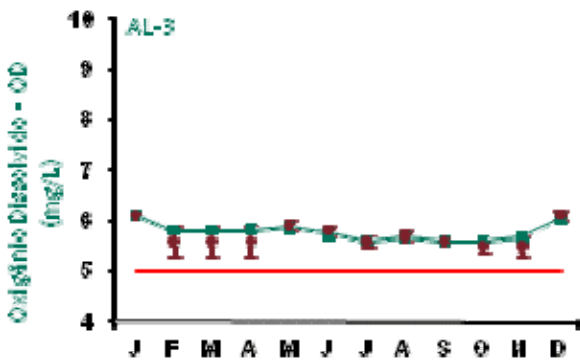


Figura 221: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AL-3)

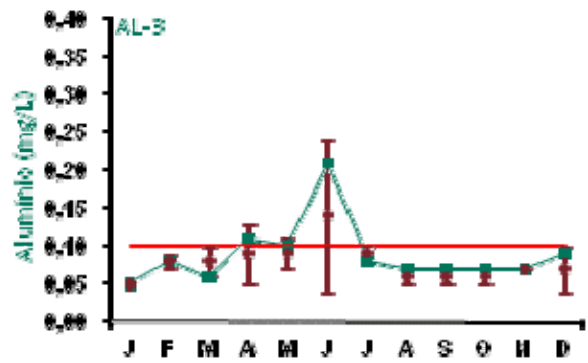


Figura 222: Série histórica e resultados para Alumínio (AL-3)

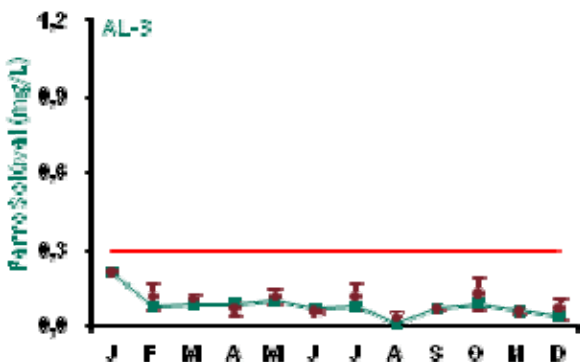


Figura 223: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AL-3)

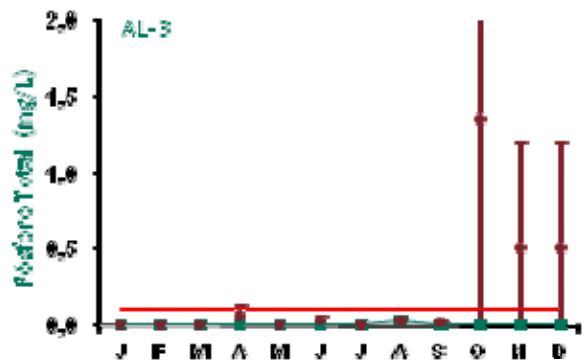


Figura 224: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AL-3)

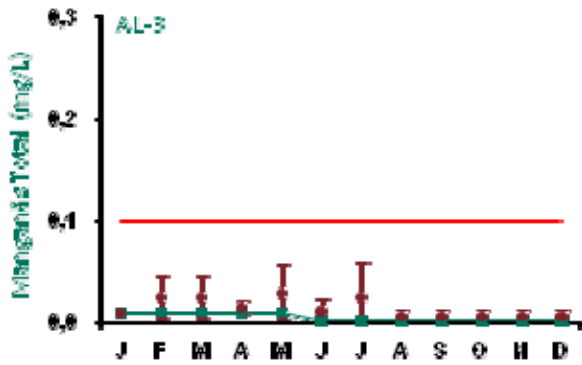


Figura 225: Série histórica e resultados para Manganês Total (AL-3)

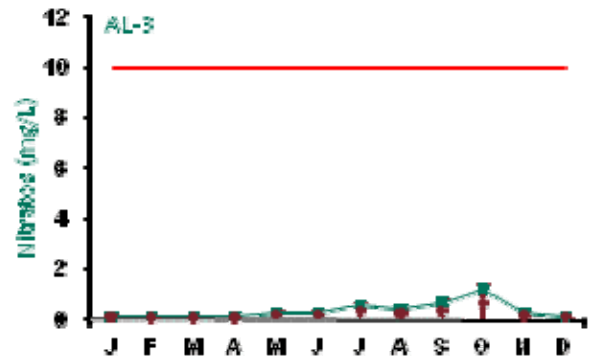


Figura 226: Série histórica e resultados para Nitratos (AL-3)

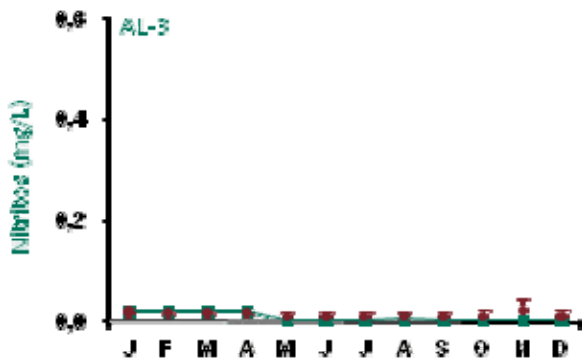


Figura 227: Série histórica e resultados para Nitritos (AL-3)

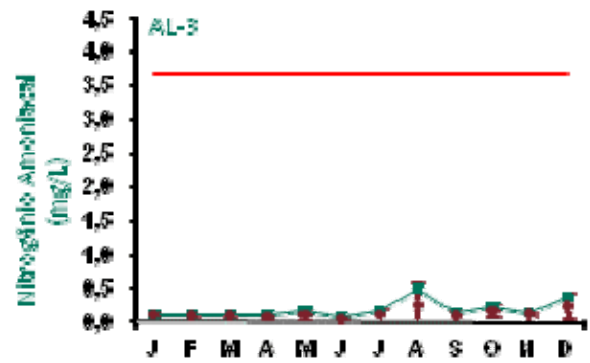


Figura 228: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (AL-3)

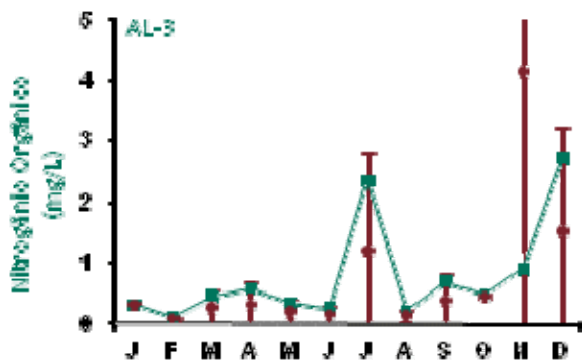


Figura 229: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AL-3)

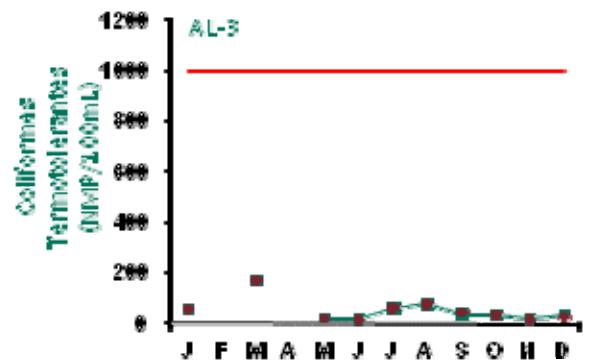


Figura 230: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AL-3)

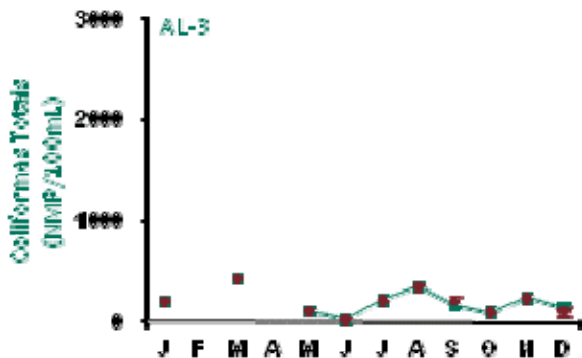


Figura 231: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AL-3)

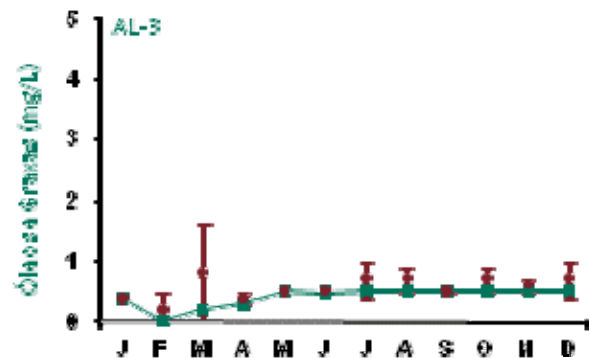


Figura 232: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AL-3)

O ponto de monitoramento AL-3 apresentou resultados para todas as variáveis analisadas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para pH, DBO e alumínio.

Os resultados obtidos para pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características naturais da região.

Alumínio ficou acima do limite legal nos meses de abril e junho e a variável DBO esteve acima do limite legal no mês de novembro. Analisando as demais variáveis indicativas de concentração de sólidos, verifica-se que as mesmas encontram-se dentro da normalidade, não sendo atribuídas concentrações significativas para este corpo d'água.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados não apresentaram variações com relação aos anos anteriores.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados nos meses de fevereiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento TRT-1 (referência)

A partir da Figura 233 até a Figura 252 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-1.

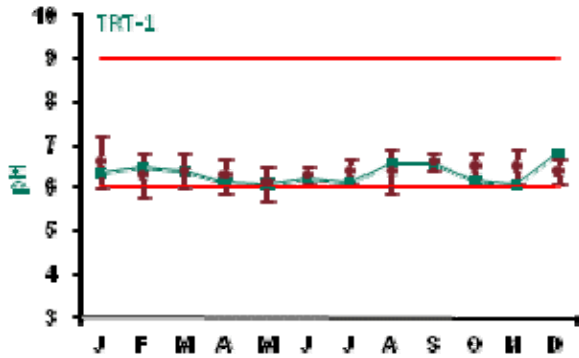


Figura 233: Série histórica e resultados para pH (TRT-1)

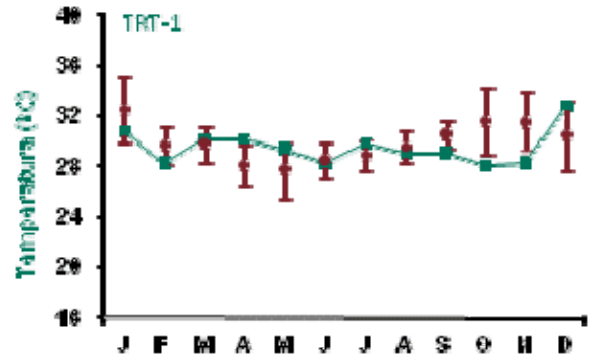


Figura 234: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-1)

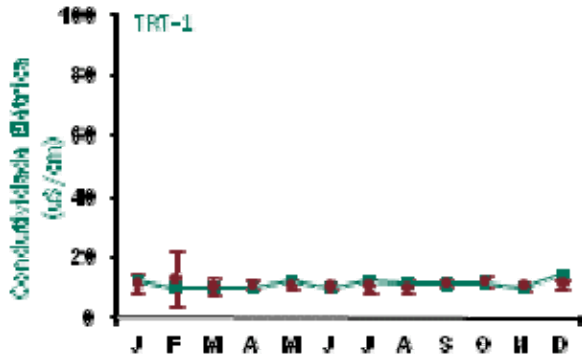


Figura 235: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-1)

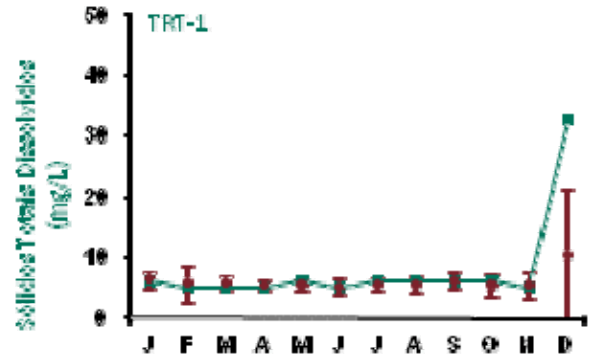


Figura 236: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-1)

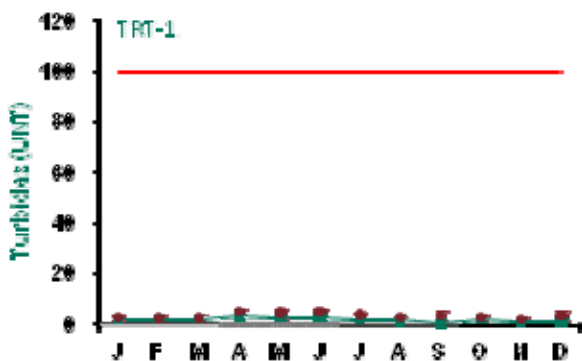


Figura 237: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-1)

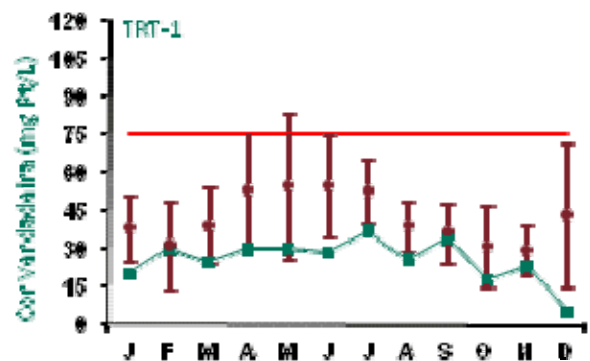


Figura 238: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-1)

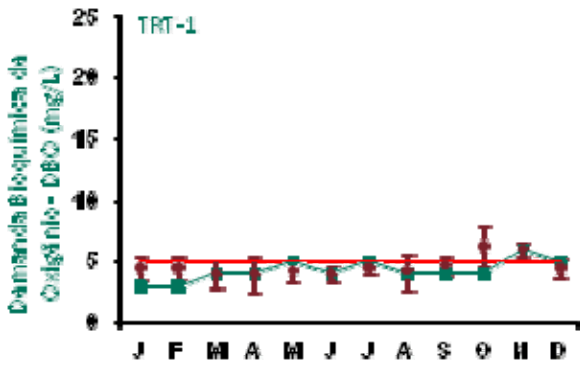


Figura 239: Série histórica e resultados para DBO (TRT-1)

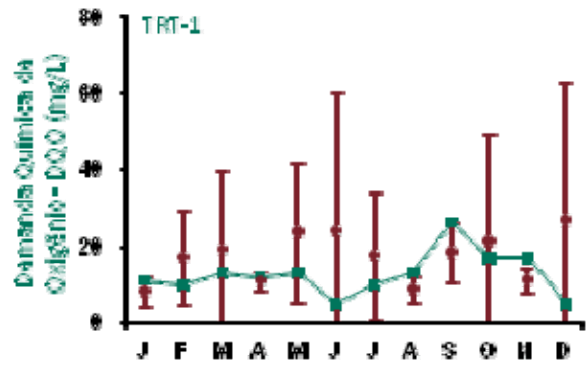


Figura 240: Série histórica e resultados para DQO (TRT-1)

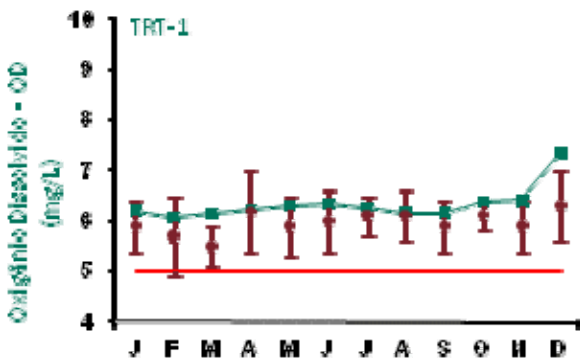


Figura 241: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-1)

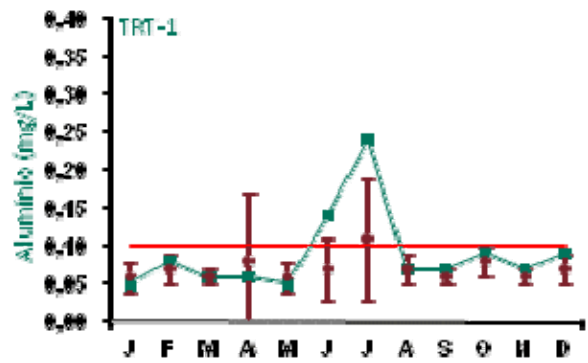


Figura 242: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-1)

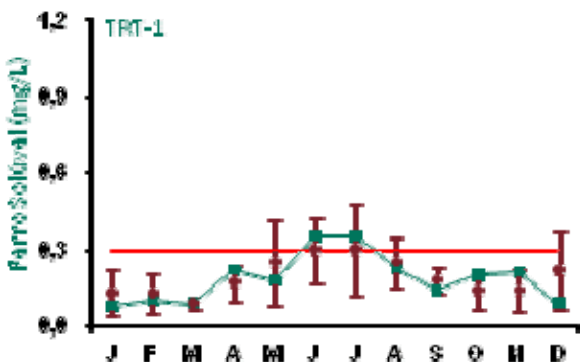


Figura 243: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-1)

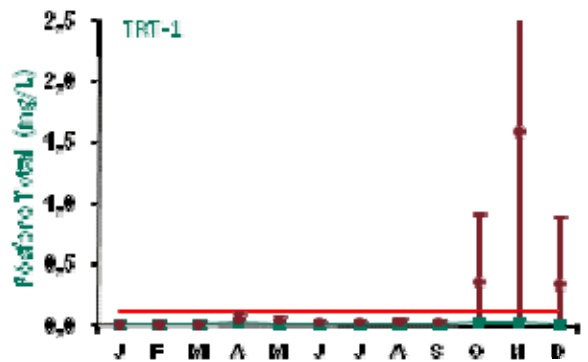


Figura 244: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-1)

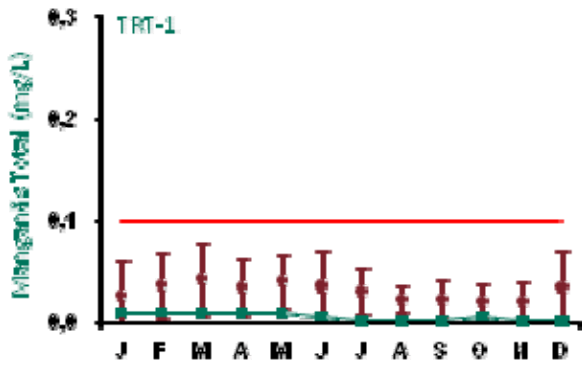


Figura 245: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-1)

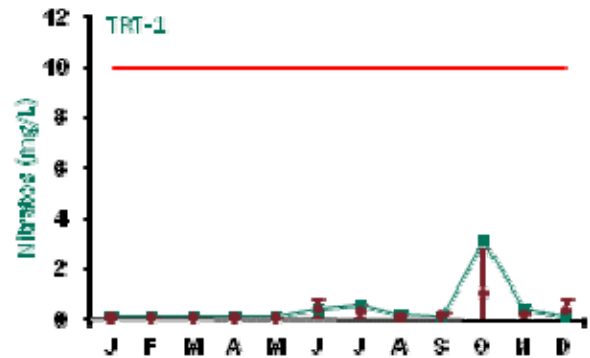


Figura 246: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-1)

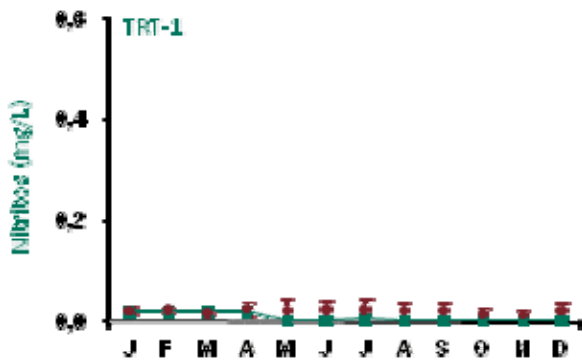


Figura 247: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-1)

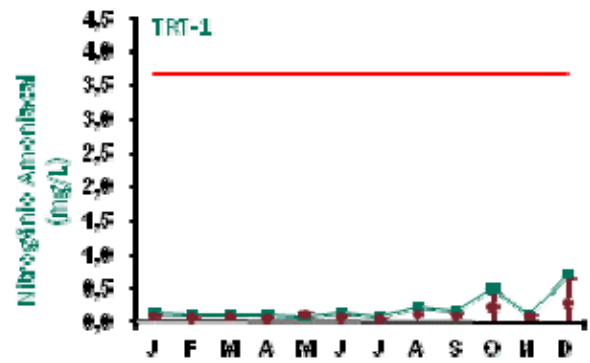


Figura 248: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (TRT-1)

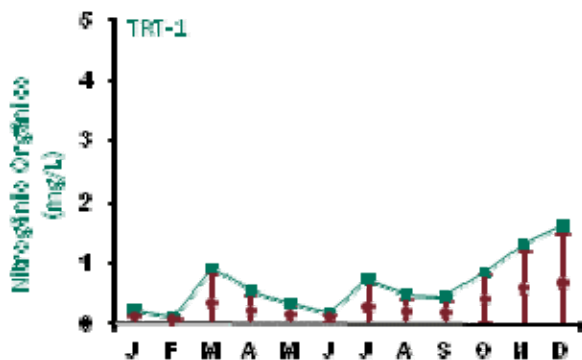


Figura 249: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-1)

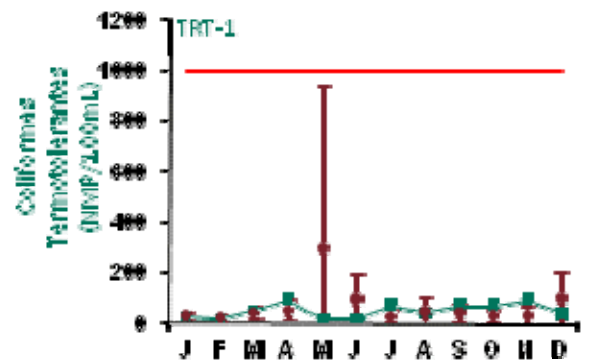


Figura 250: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-1)

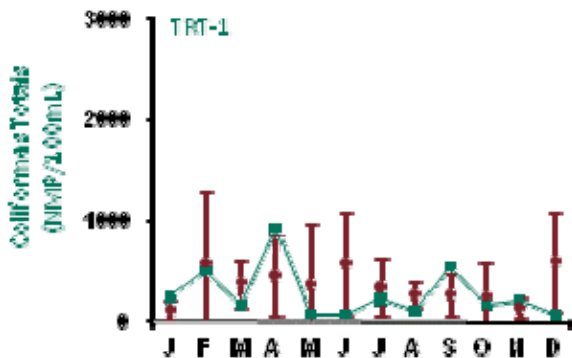


Figura 251: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-1)

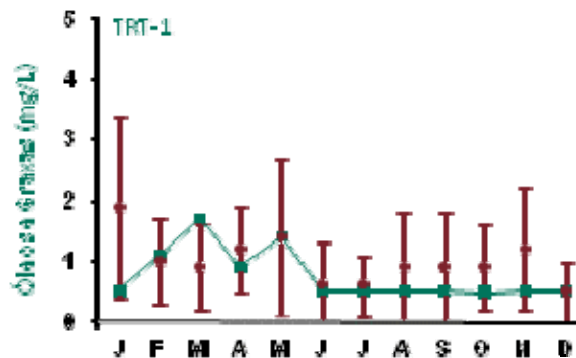


Figura 252: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-1)

O ponto de monitoramento TRT-1, usado como referência, está localizado à montante da atividade de mineração. Os resultados deste ponto encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para DBO, alumínio e ferro solúvel.

A DBO ficou acima do limite legal no mês de novembro. Este resultado indica uma maior concentração de material orgânico no rio Trombetas em comparação com os demais igarapés na região. Tanto alumínio quanto ferro solúvel excederam os limites legais nos meses de junho e julho.

O alumínio normalmente pode apresentar maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. As concentrações de ferro, assim como de alumínio, dependem da constituição geológica das áreas de drenagem da bacia que contribuem para o corpo d'água, cujo processo de lixiviação ocasionada pela ação das águas vai influenciar na constituição deste elemento no manancial.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, manganês, nitratos, nitrogênio orgânico e coliformes totais. Para temperatura, cor verdadeira e manganês alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para sólidos totais dissolvidos, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, nitratos, nitrogênio orgânico e coliformes totais os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se, em geral, dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação às características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento TRT-2

A partir da Figura 253 até a Figura 272 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-2.

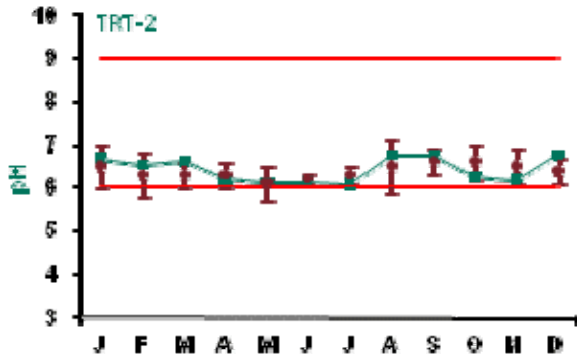


Figura 253: Série histórica e resultados para pH (TRT-2)

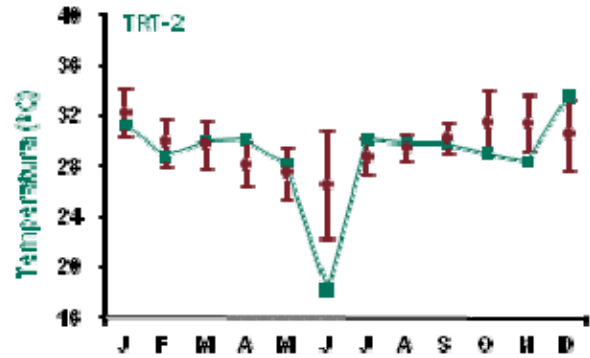


Figura 254: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-2)

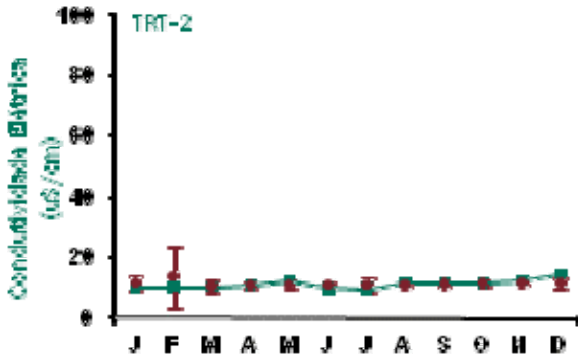


Figura 255: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-2)

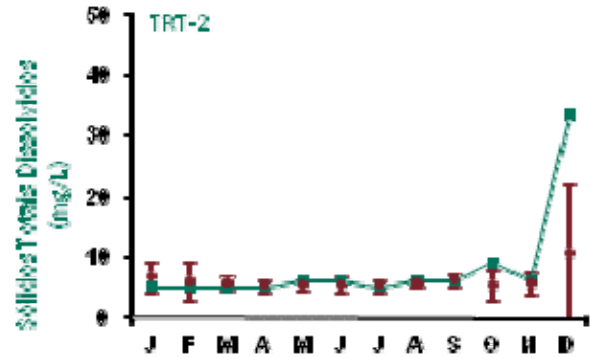


Figura 256: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-2)

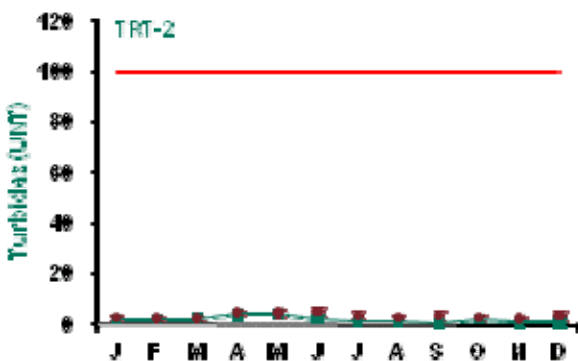


Figura 257: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-2)

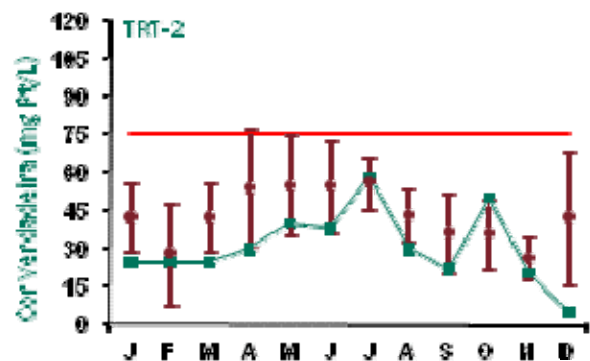


Figura 258: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-2)

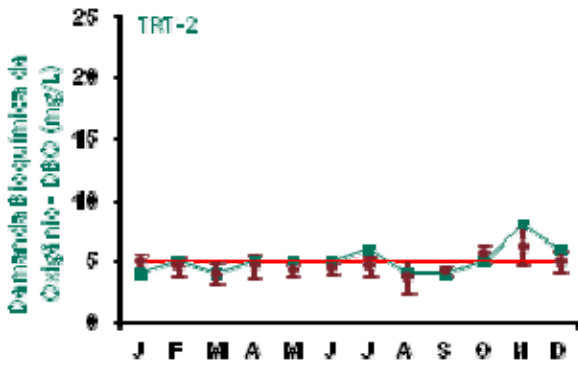


Figura 259: Série histórica e resultados para DBO (TRT-2)

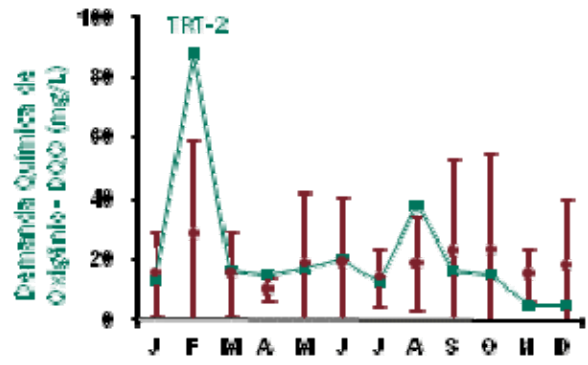


Figura 260: Série histórica e resultados para DQO (TRT-2)

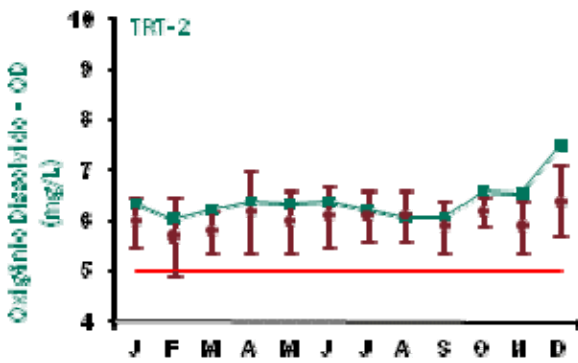


Figura 261: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-2)

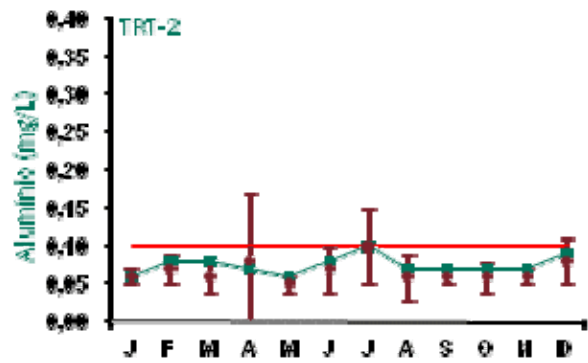


Figura 262: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-2)

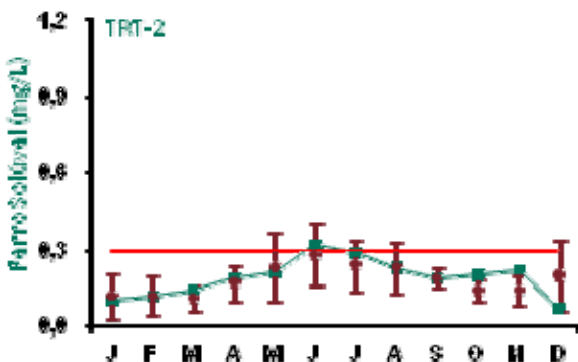


Figura 263: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-2)

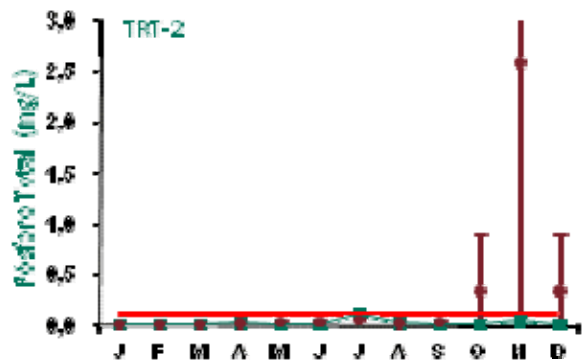


Figura 264: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-2)

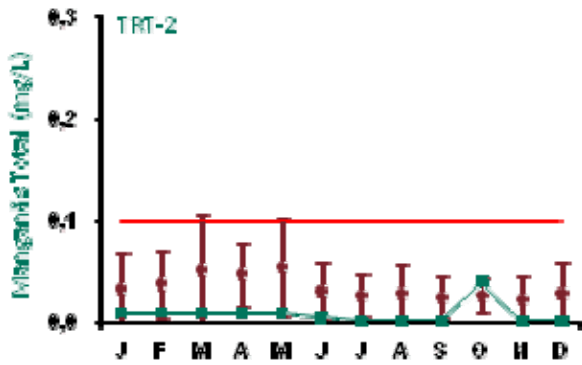


Figura 265: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-2)

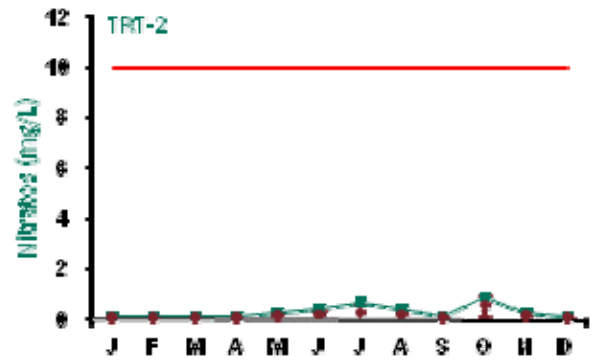


Figura 266: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-2)

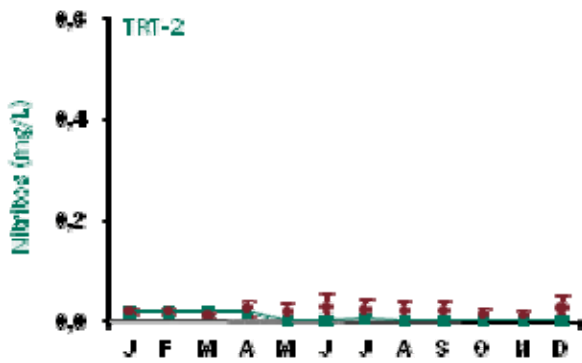


Figura 267: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-2)

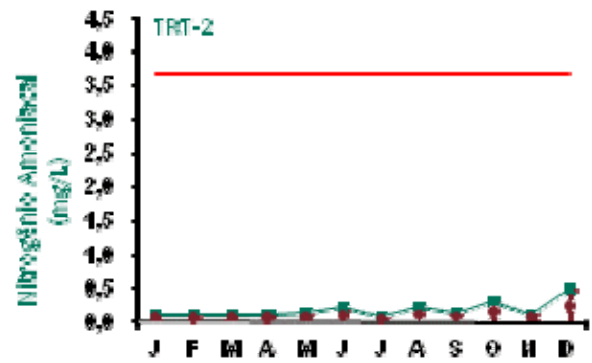


Figura 268: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (TRT-2)

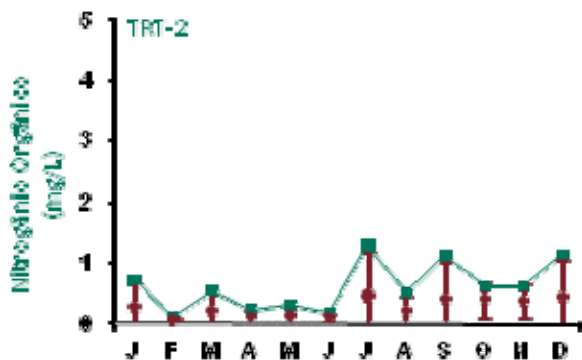


Figura 269: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-2)

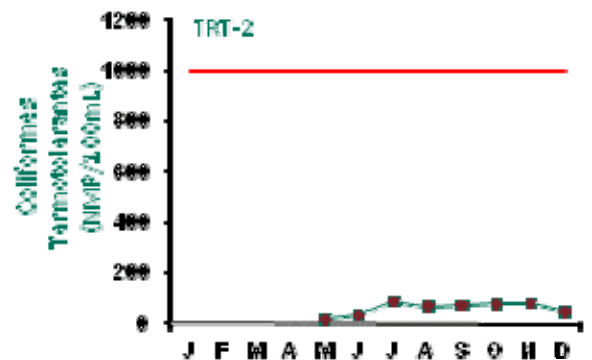


Figura 270: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-2)

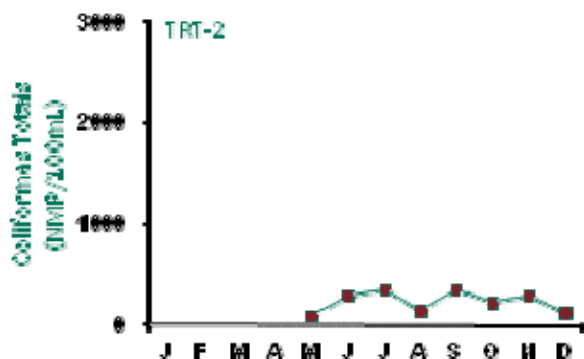


Figura 271: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-2)

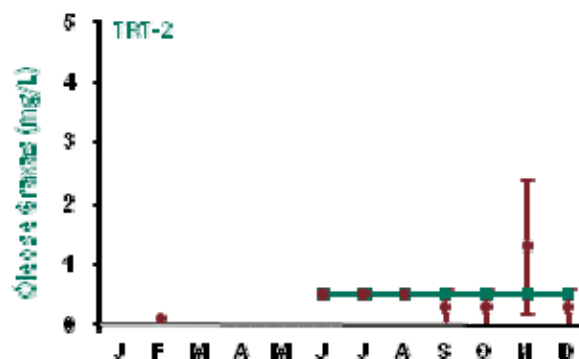


Figura 272: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-2)

Para o ponto de monitoramento TRT-2, as variáveis analisadas apresentaram resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para DBO e ferro solúvel, variável esta que também ficou acima do limite legal no ponto de monitoramento TRT-1, localizado no trecho à montante do rio e utilizado como referência.

A DBO ficou acima do limite legal nos meses de julho, novembro e dezembro. Este resultado indica uma maior concentração de material orgânico no rio Trombetas em comparação com os demais igarapés na região. Ferro solúvel excedeu o limite legal no mês de junho. As concentrações de ferro, assim como de alumínio, dependem da constituição geológica das áreas de drenagem da bacia que contribuem para o corpo d'água, cujo processo de lixiviação ocasionada pela ação das águas vai influenciar na constituição deste elemento no manancial.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram temperatura, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel e nitrogênio orgânico. Para temperatura e cor verdadeira alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para STD, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se, em geral, dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação às características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

Entre janeiro e maio, o monitoramento da qualidade da água superficial neste ponto não contemplava análise regulares de óleos e graxas, passando a ser feito mensalmente a partir de junho.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados entre janeiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento TRT-3

A partir da Figura 273 até a Figura 292 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-3.

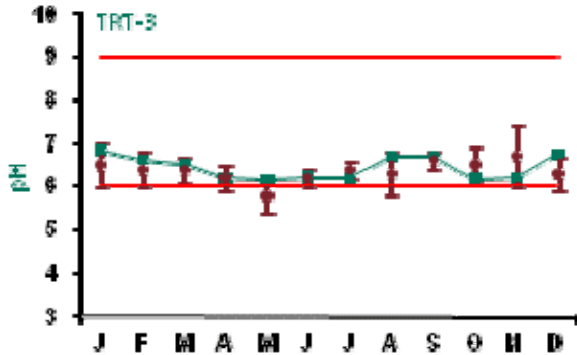


Figura 273: Série histórica e resultados para pH (TRT-3)

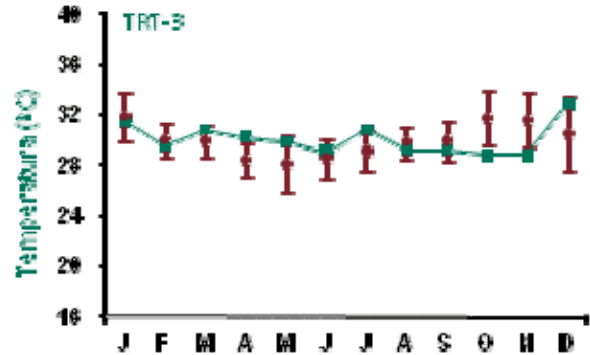


Figura 274: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-3)

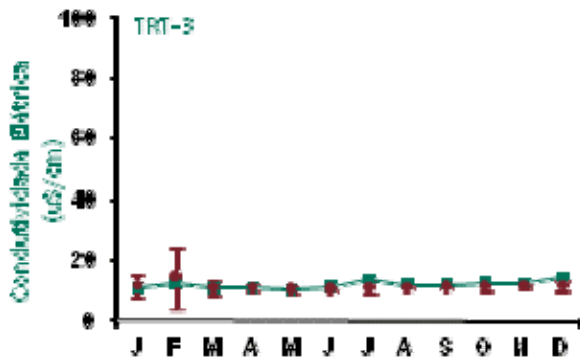


Figura 275: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-3)

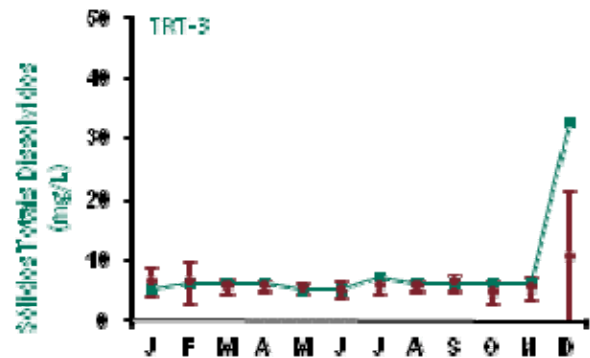


Figura 276: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-3)

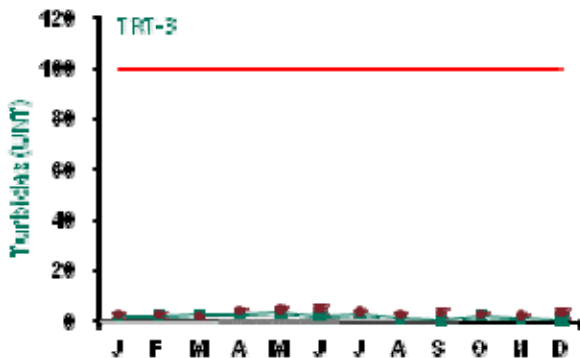


Figura 277: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-3)

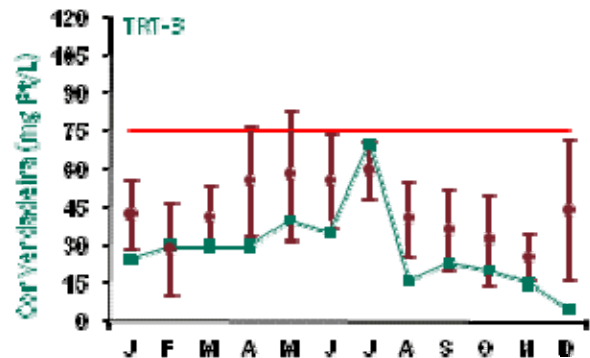


Figura 278: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-3)

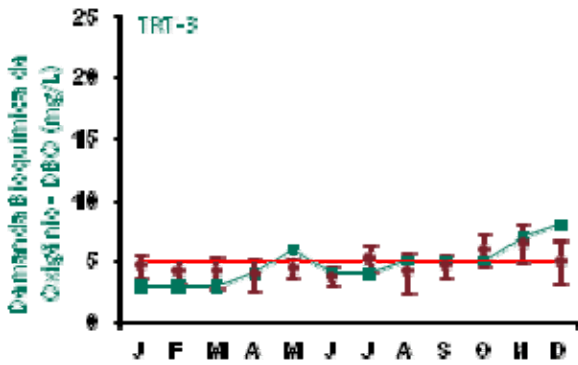


Figura 279: Série histórica e resultados para DBO (TRT-3)

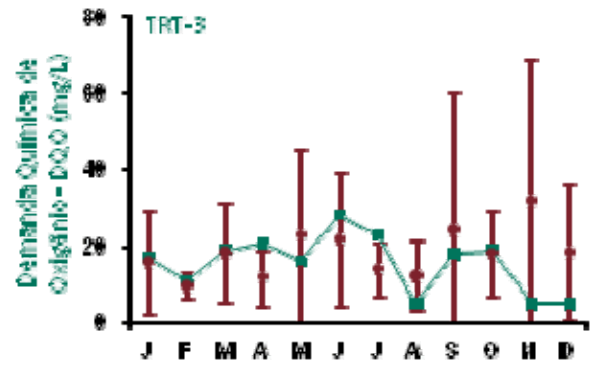


Figura 280: Série histórica e resultados para DQO (TRT-3)

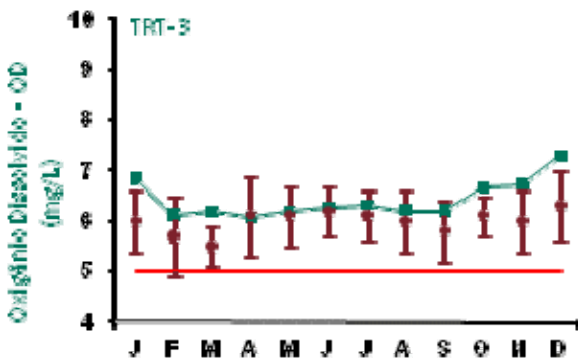


Figura 281: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-3)

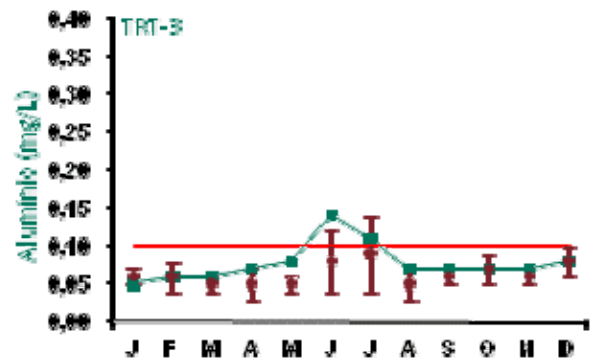


Figura 282: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-3)

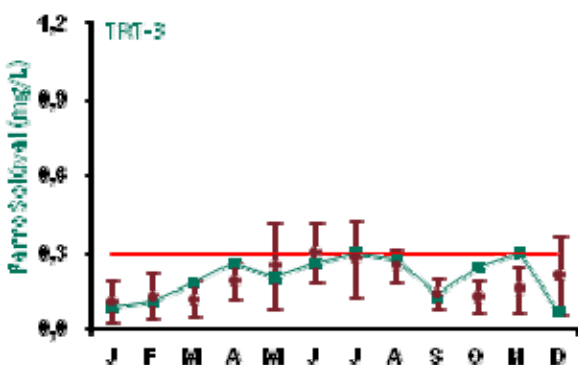


Figura 283: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-3)

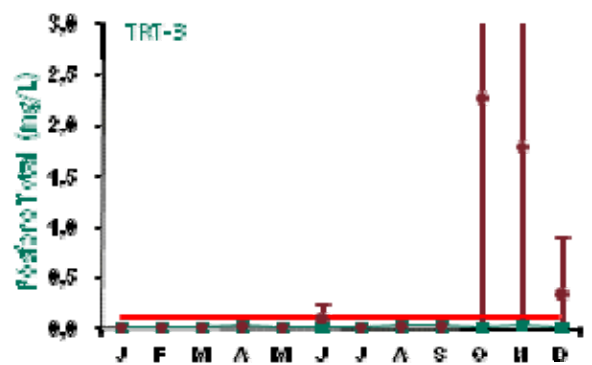


Figura 284: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-3)

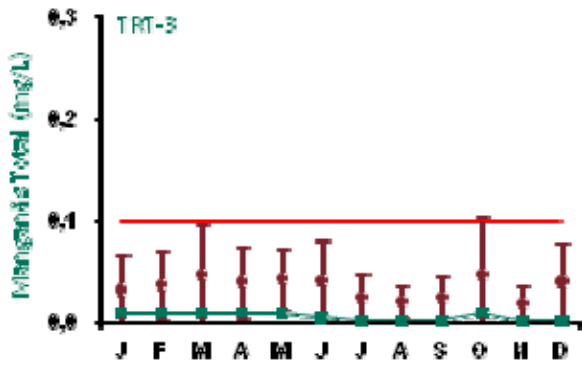


Figura 285: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-3)

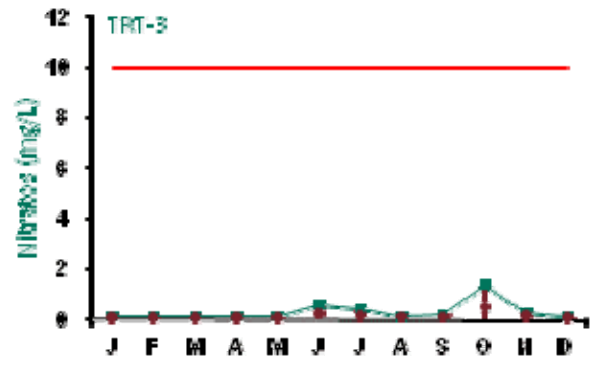


Figura 286: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-3)

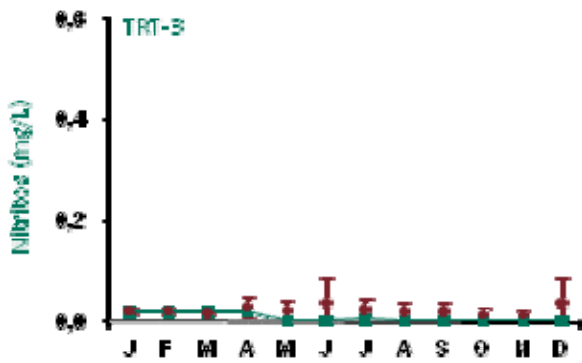


Figura 287: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-3)

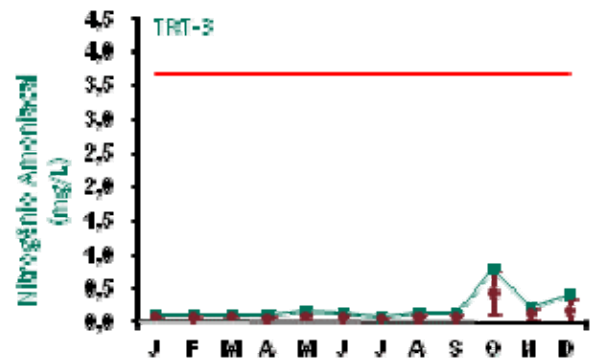


Figura 288: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (TRT-3)

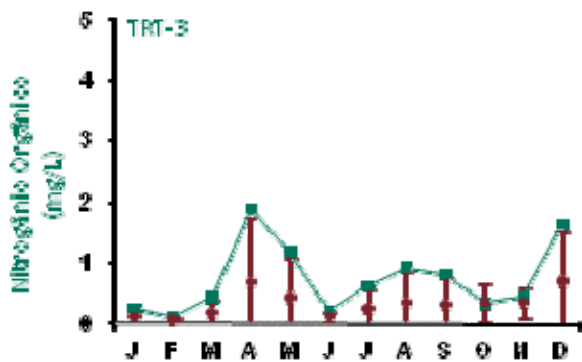


Figura 289: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-3)

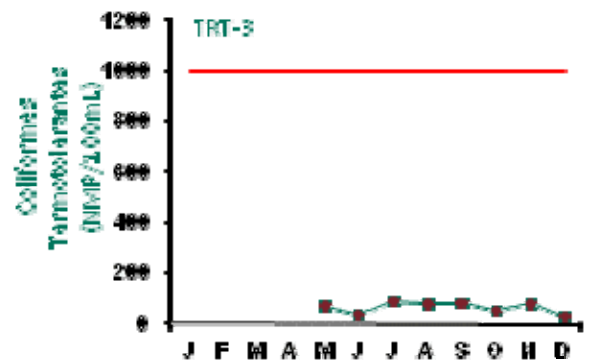


Figura 290: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-3)

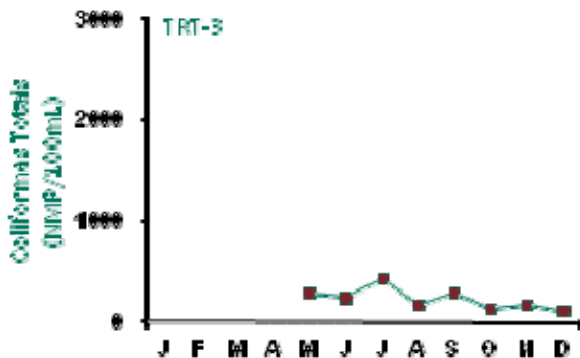


Figura 291: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-3)

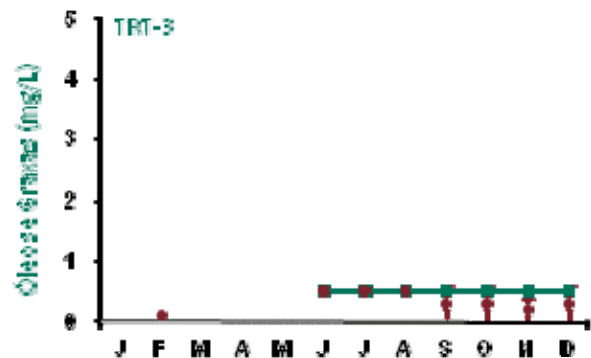


Figura 292: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-3)

Para o ponto de monitoramento TRT-3, as variáveis analisadas apresentaram resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para DBO e alumínio, variável esta que também ficou acima do limite legal no ponto de monitoramento TRT-1, localizado no trecho à montante do rio e utilizado como referência.

A DBO ficou acima do limite legal nos meses de maio, novembro e dezembro. Este resultado indica uma maior concentração de material orgânico no rio Trombetas em comparação com os demais igarapés na região.

Alumínio excedeu o limite legal nos meses de junho e julho. As concentrações de alumínio, dependem da constituição geológica das áreas de drenagem da bacia que contribuem para o corpo d'água, cujo processo de lixiviação ocasionada pela ação das águas vai influenciar na constituição deste elemento no manancial.

Entre janeiro e maio, o monitoramento da qualidade da água supreficial neste ponto não contemplava análise regulares de óleos e graxas, passando a ser feito mensalmente a partir de junho.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados entre janeiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados apresentaram variações com relação aos anos anteriores, principalmente para os resultados de pH, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel, nitrogênio orgânico e óleos e graxas. Para temperatura e cor verdadeira alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para pH, STD, DBO, DQO, alumínio, ferro solúvel, nitrogênio orgânico e óleos e graxas os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se, em geral, dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da resolução CONAMA 357/05, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação as características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento TRT-4

A partir da Figura 293 até a Figura 312 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-4.

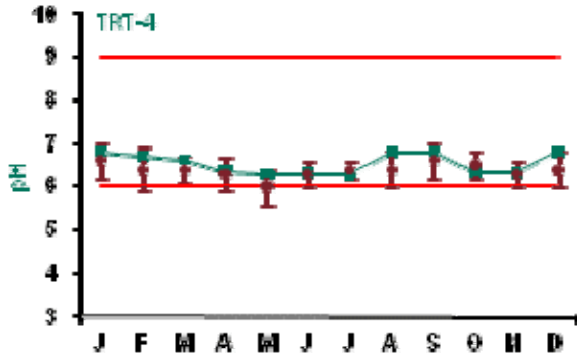


Figura 293: Série histórica e resultados para pH (TRT-4)

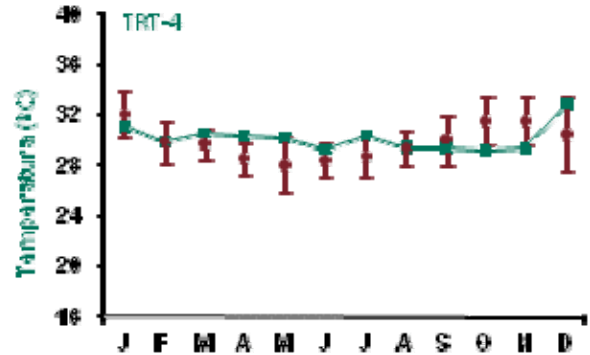


Figura 294: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-4)

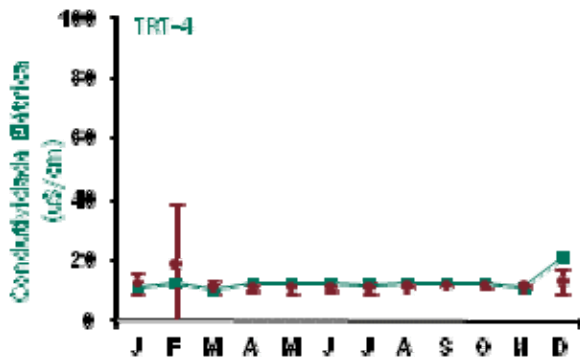


Figura 295: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-4)

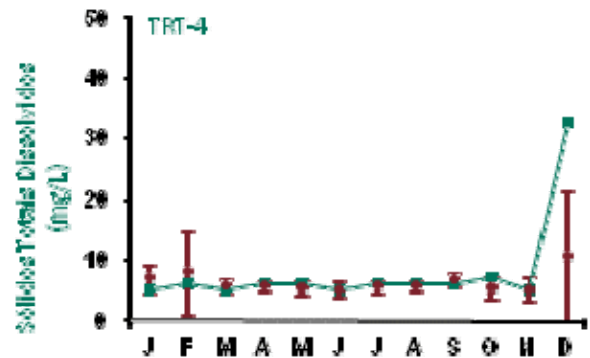


Figura 296: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-4)

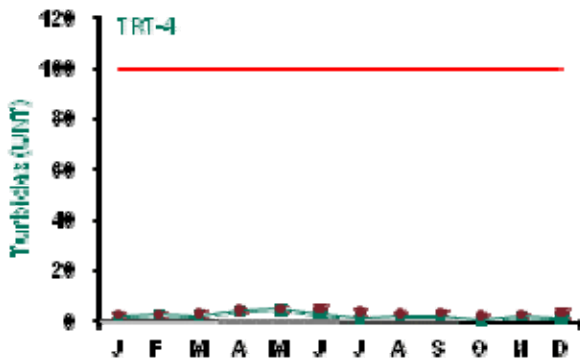


Figura 297: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-4)

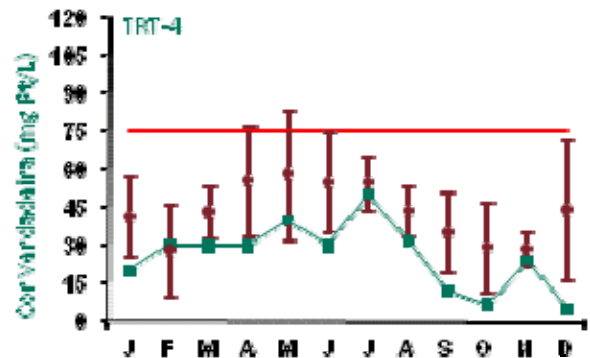


Figura 298: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-4)

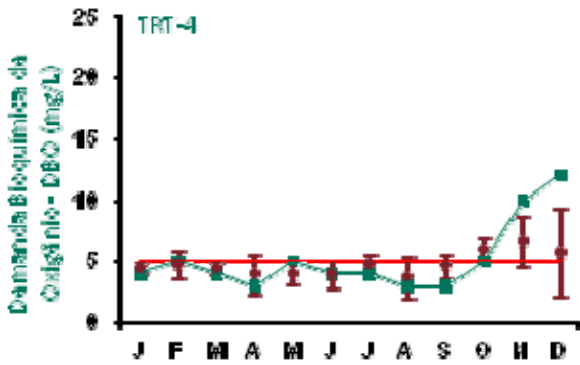


Figura 299: Série histórica e resultados para DBO (TRT-4)

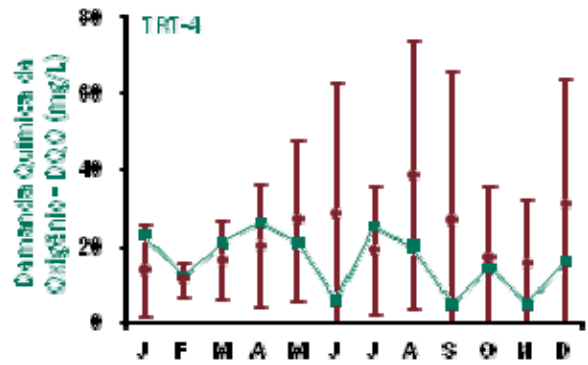


Figura 300: Série histórica e resultados para DQO (TRT-4)

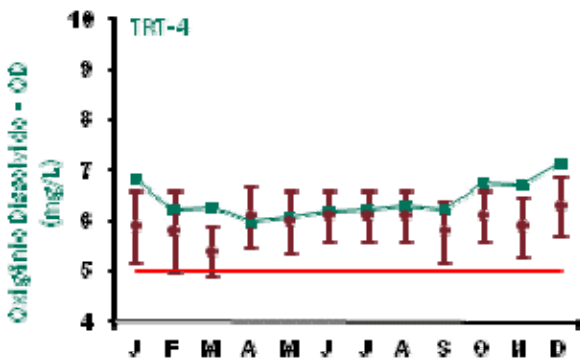


Figura 301: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-4)

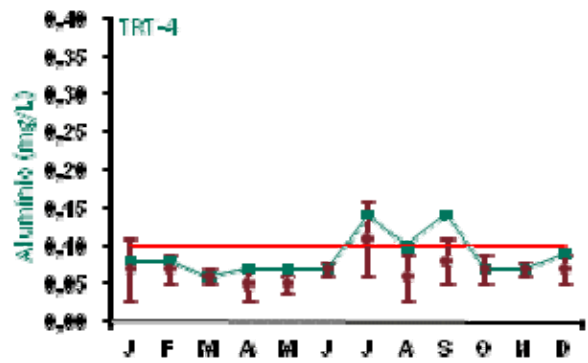


Figura 302: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-4)

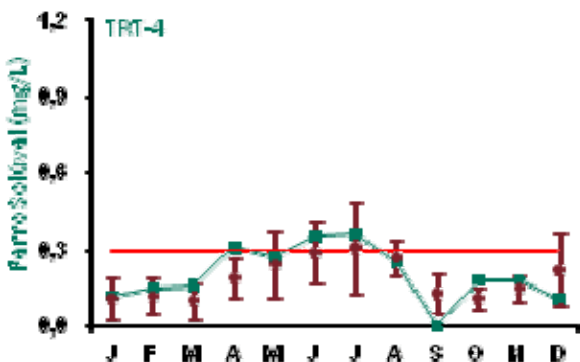


Figura 303: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-4)

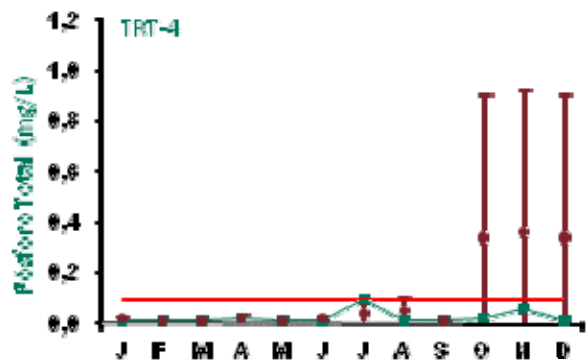


Figura 304: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-4)

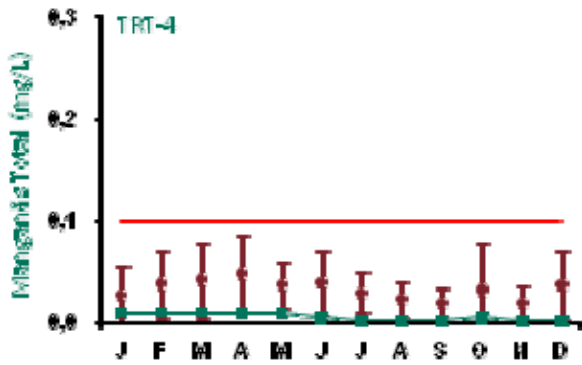


Figura 305: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-4)

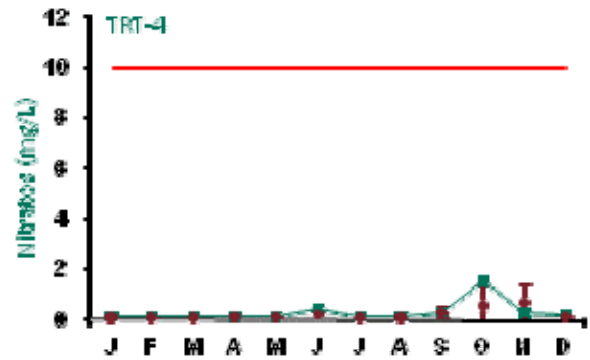


Figura 306: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-4)

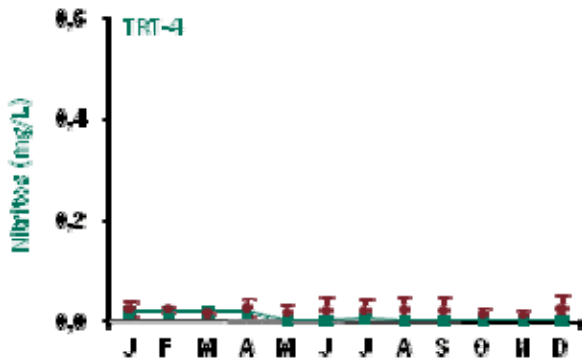


Figura 307: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-4)

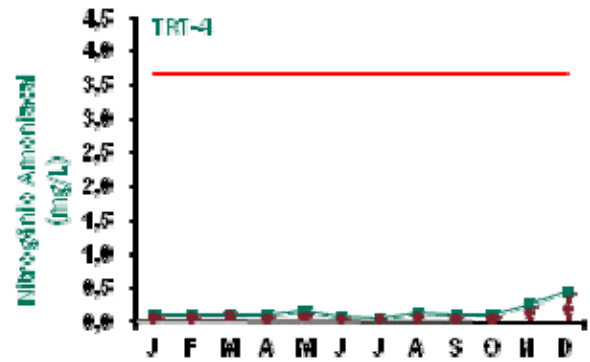


Figura 308: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amônia (TRT-4)

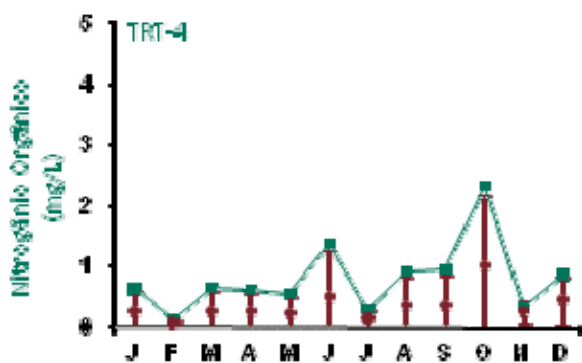


Figura 309: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-4)

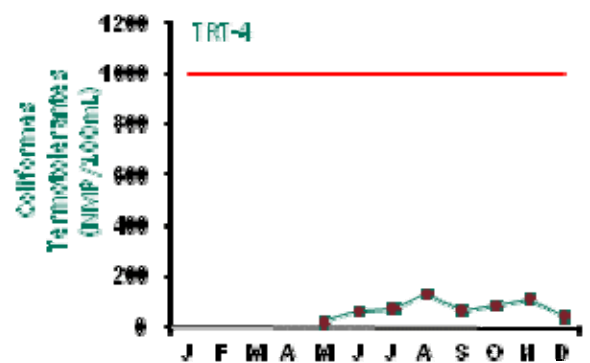


Figura 310: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-4)

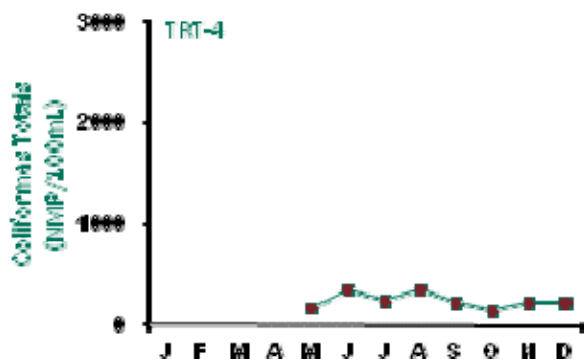


Figura 311: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-4)

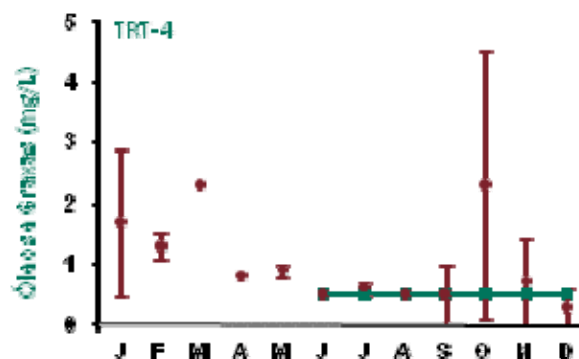


Figura 312: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-4)

Para o ponto de monitoramento TRT-4, os resultados encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para DBO, alumínio e ferro solúvel. Diferente do trecho monitorado à montante, através do ponto TRT-3, no ponto TRT-4 ocorreu exceção para ferro solúvel.

A DBO ficou acima do limite legal nos meses de novembro e dezembro. Este resultado indica uma maior concentração de material orgânico no rio Trombetas em comparação com os demais igarapés na região. Alumínio excedeu o limite legal nos meses de julho e setembro. Ferro solúvel não atendeu à Resolução CONAMA 357/2005 nos meses de abril, junho e julho. Cabe ressaltar que nos meses de junho e julho o ferro solúvel também ficou acima do limite legal no ponto TRT-1 (referência), o que indica que esta não-conformidade não está necessariamente ligada à atividade de mineração.

As concentrações de ferro, assim como de alumínio, dependem da constituição geológica das áreas de drenagem da bacia que contribuem para o corpo d'água, cujo processo de lixiviação ocasionada pela ação das águas vai influenciar na constituição deste elemento no manancial.

Entre janeiro e maio, o monitoramento da qualidade da água supreficial neste ponto não contemplava análise regulares de óleos e graxas, passando a ser feito mensalmente a partir de junho.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados entre janeiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel, manganês, nitratos e nitrogênio orgânico. Para cor verdadeira e manganês alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para condutividade elétrica, STD, DBO, OD alumínio, nitratos e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Temperatura e ferro solúvel apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se, em geral, dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação às características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento TRT-5

A partir da Figura 313 até a Figura 332 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-5

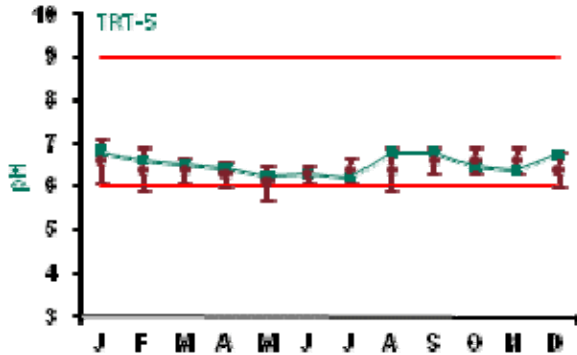


Figura 313: Série histórica e resultados para pH (TRT-5)

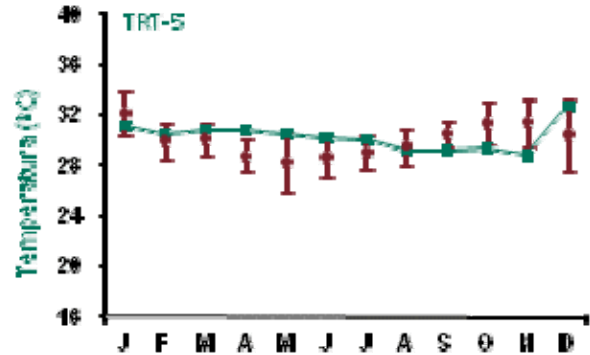


Figura 314: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-5)

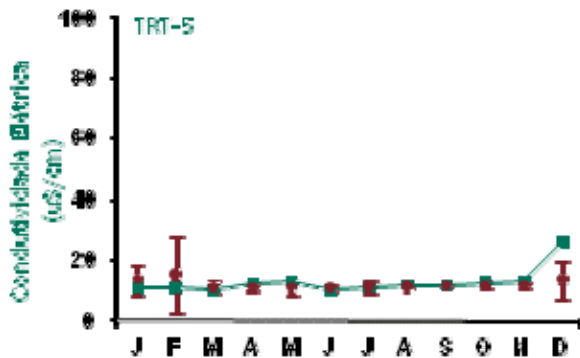


Figura 315: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-5)

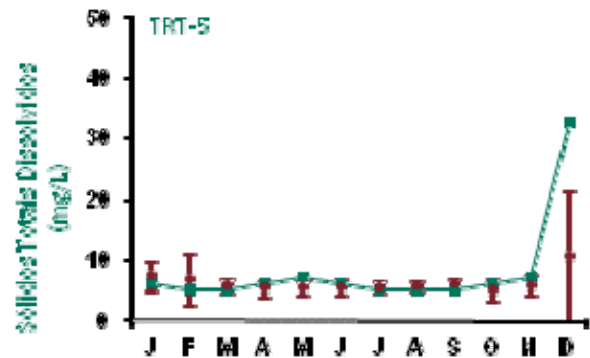


Figura 316: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-5)

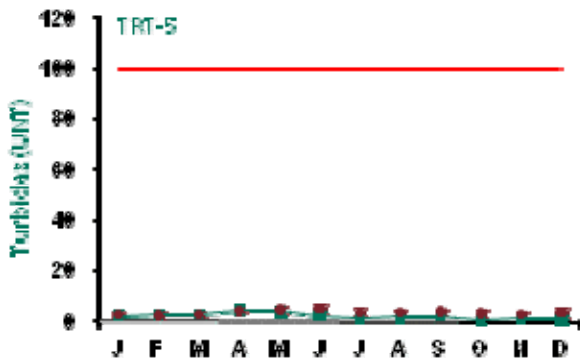


Figura 317: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-5)

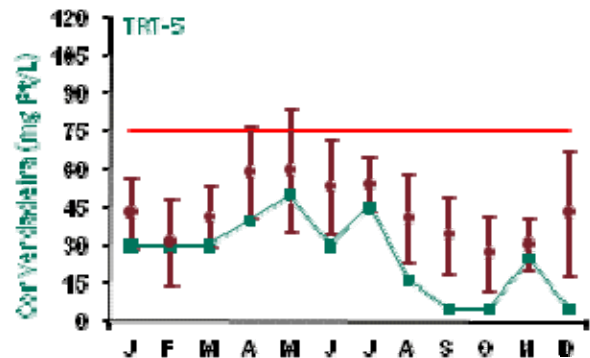


Figura 318: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-5)

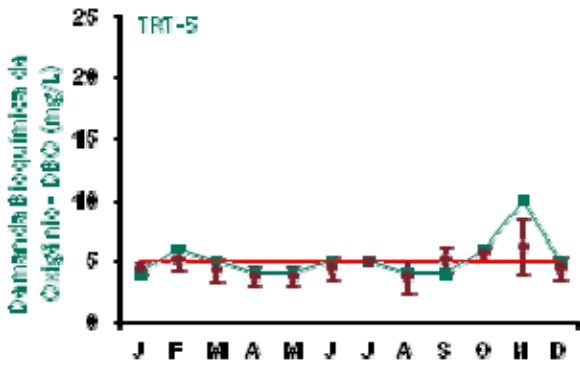


Figura 319: Série histórica e resultados para DBO (TRT-5)

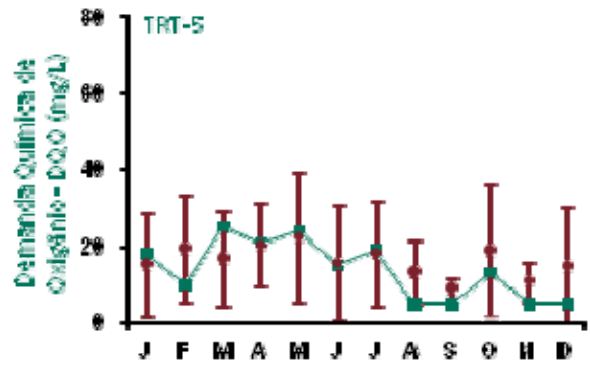


Figura 320: Série histórica e resultados para DQO (TRT-5)

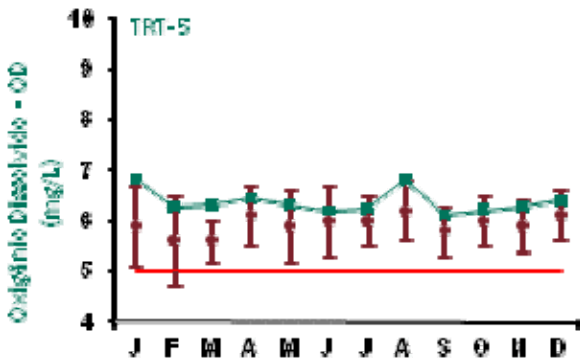


Figura 321: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-5)

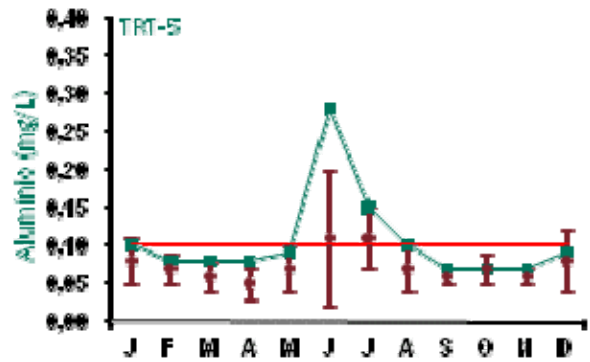


Figura 322: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-5)

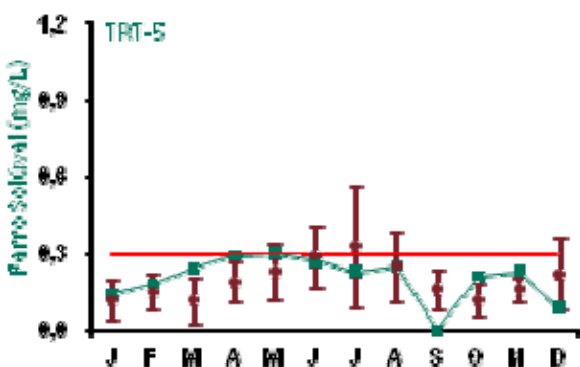


Figura 323: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-5)

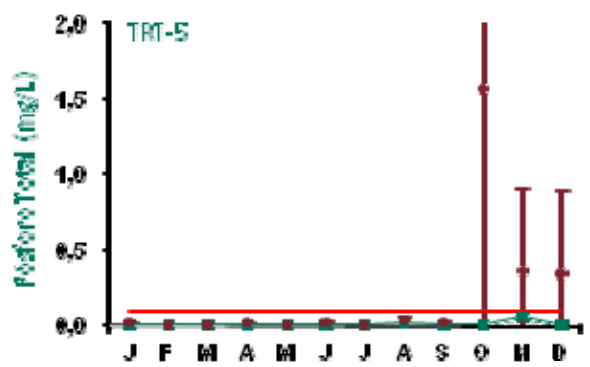


Figura 324: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-5)

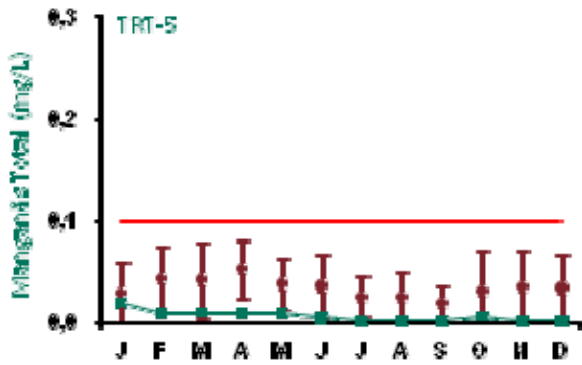


Figura 325: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-5)

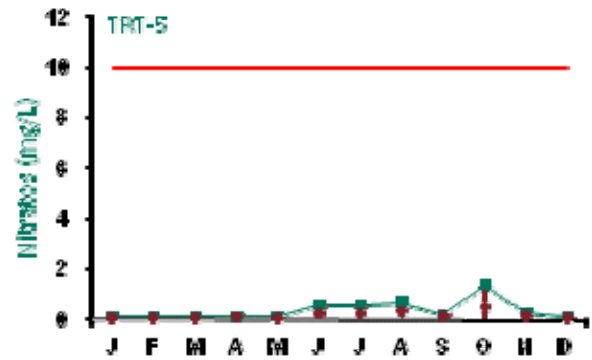


Figura 326: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-5)

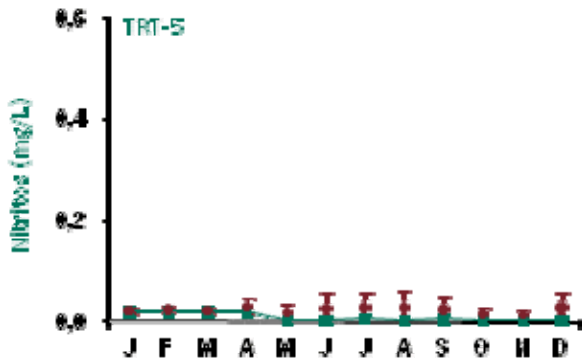


Figura 327: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-5)

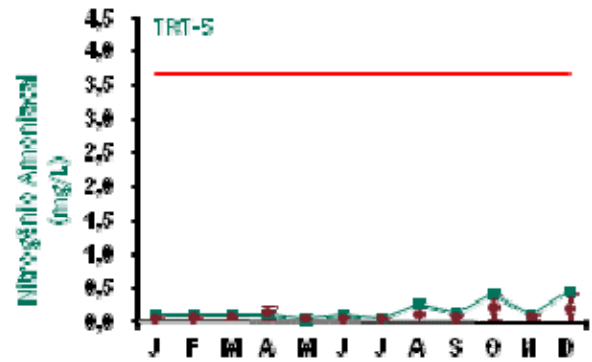


Figura 328: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amônia (TRT-5)

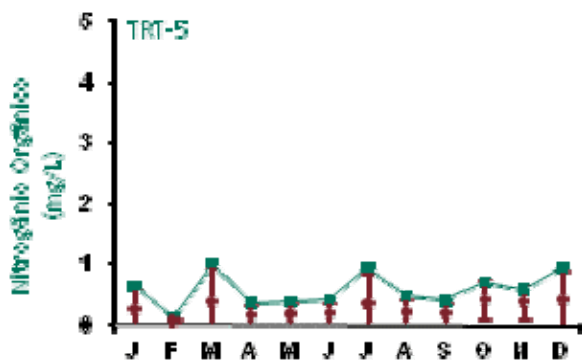


Figura 329: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-5)

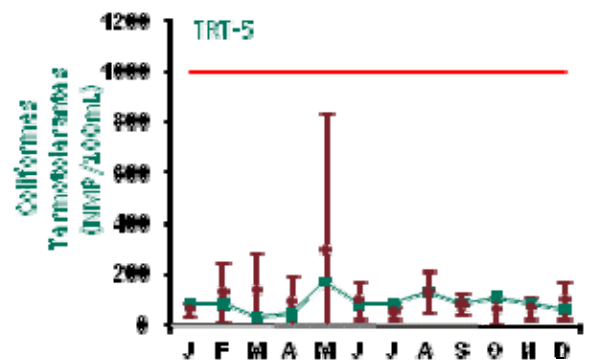


Figura 330: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-5)

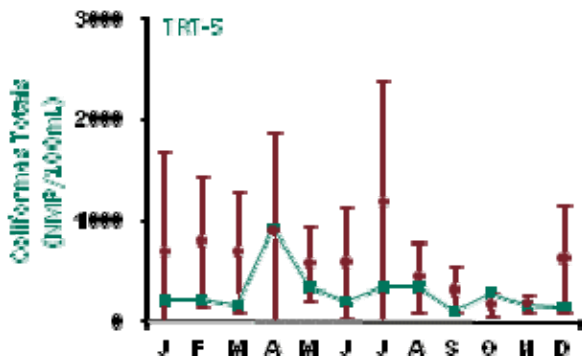


Figura 331: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-5)

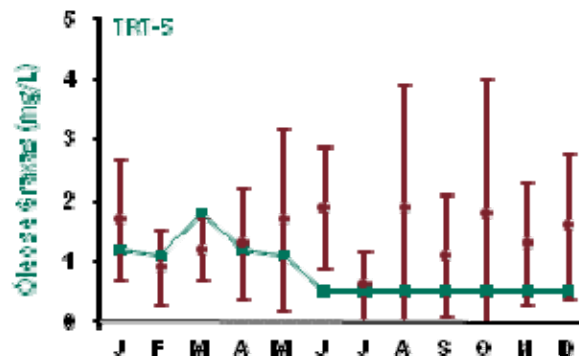


Figura 332: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-5)

Para o ponto de monitoramento TRT-5, as análises apresentaram resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para alumínio e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

A DBO ficou acima do limite legal nos meses de fevereiro, outubro e novembro. Este resultado indica uma maior concentração de material orgânico no rio Trombetas em comparação com os demais igarapés na região.

Alumínio ultrapassou o limite legal nos meses de junho e julho. Cabe ressaltar que nestes meses esta variável também ficou acima do limite legal no ponto TRT-1 (referência), o que indica que esta não-conformidade não está necessariamente ligada à atividade de mineração.

As concentrações de alumínio dependem da constituição geológica das áreas de drenagem da bacia que contribuem para o corpo d'água, cujo processo de lixiviação ocasionada pela ação das águas vai influenciar na constituição deste elemento no manancial.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel, manganês, nitrogênio orgânico e óleos e graxas. Para cor verdadeira e manganês alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para condutividade elétrica, STD, DBO, OD, alumínio e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Ferro solúvel e óleos e graxas apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação às características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento TRT-6

A partir da Figura 333 até a Figura 352 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-6.

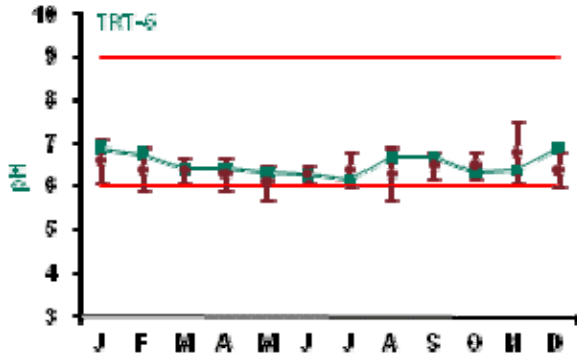


Figura 333: Série histórica e resultados para pH (TRT-6)

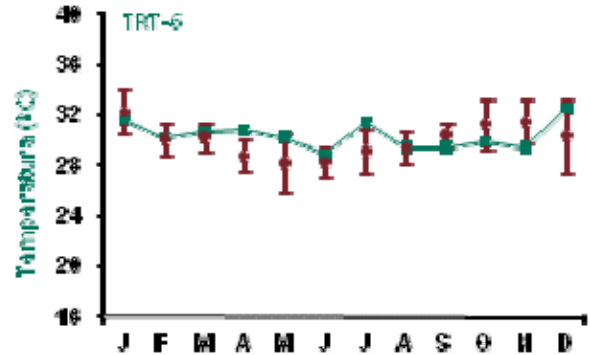


Figura 334: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-6)

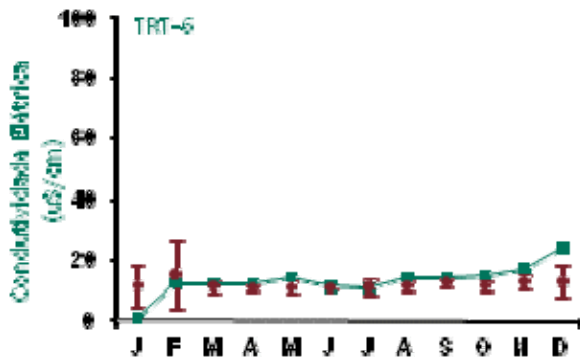


Figura 335: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-6)

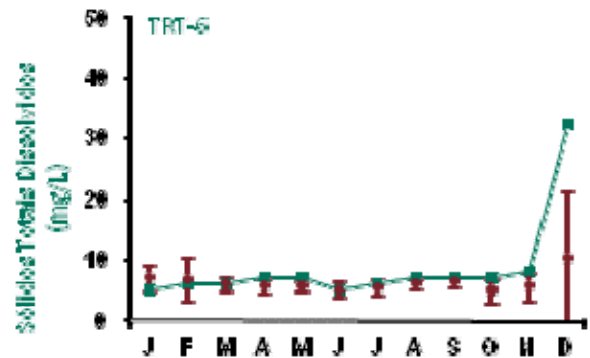


Figura 336: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-6)

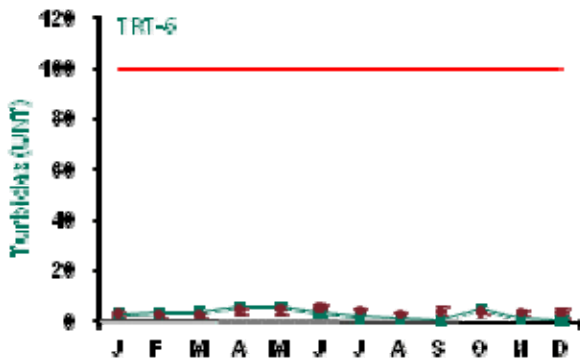


Figura 337: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-6)

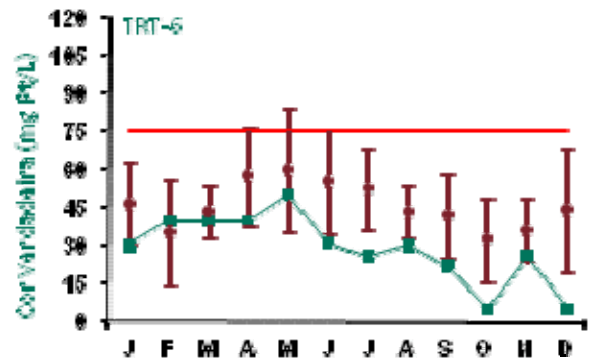


Figura 338: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-6)

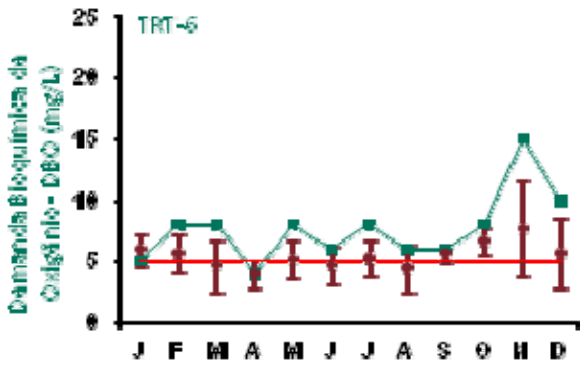


Figura 339: Série histórica e resultados para DBO (TRT-6)

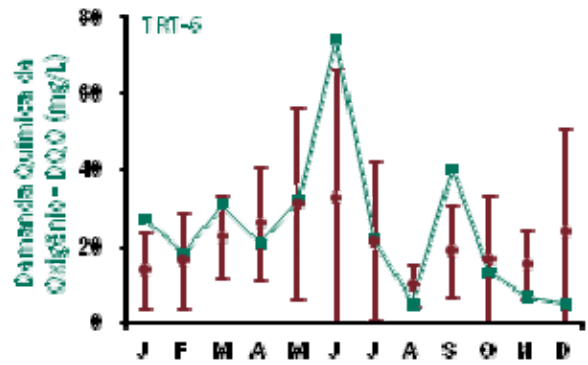


Figura 340: Série histórica e resultados para DQO (TRT-6)

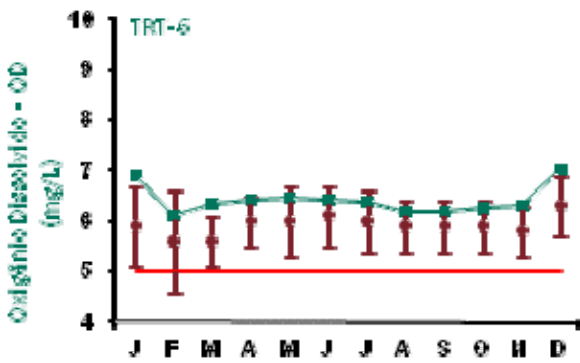


Figura 341: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-6)

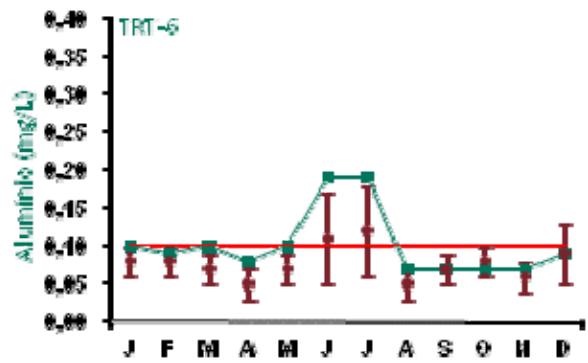


Figura 342: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-6)

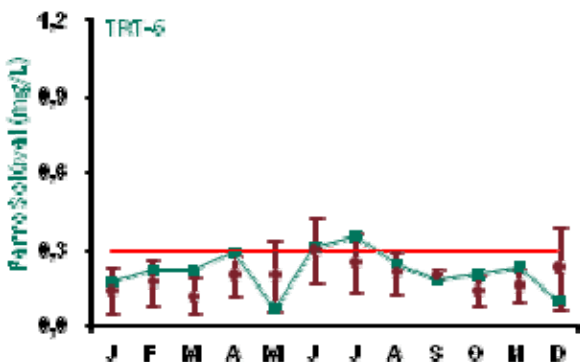


Figura 343: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-6)

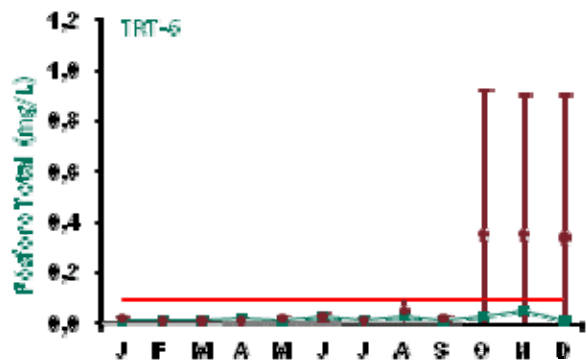


Figura 344: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-6)

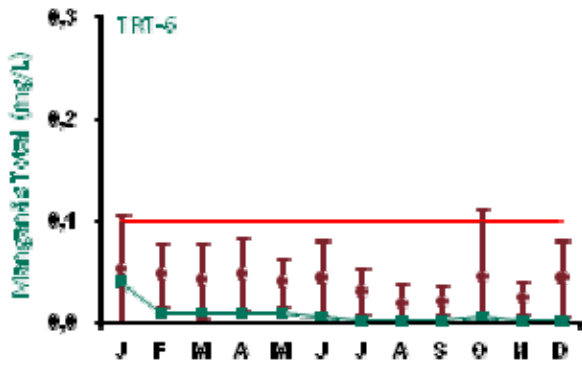


Figura 345: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-6)

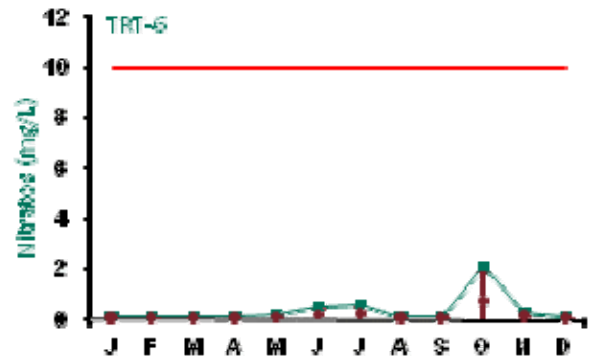


Figura 346: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-6)

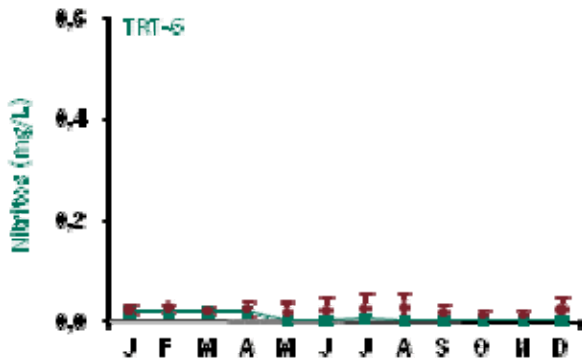


Figura 347: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-6)

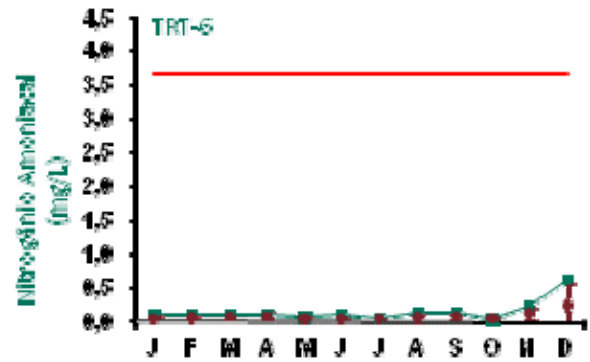


Figura 348: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amônia (TRT-6)

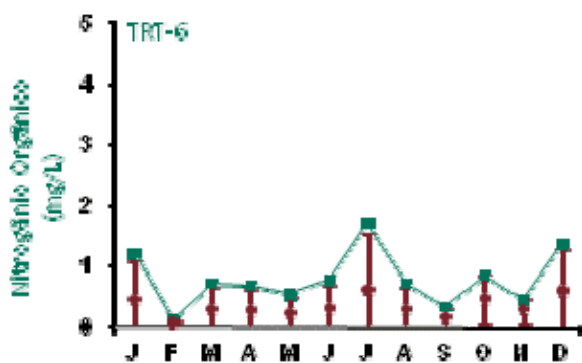


Figura 349: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-6)

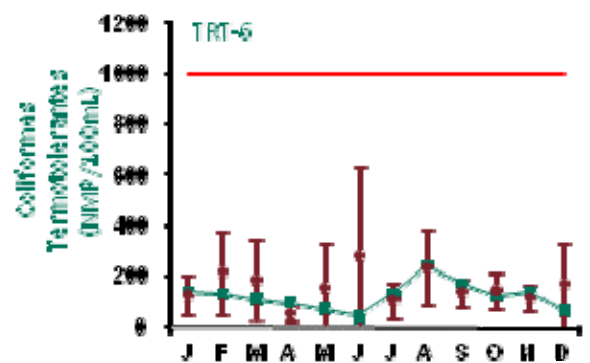


Figura 350: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-6)

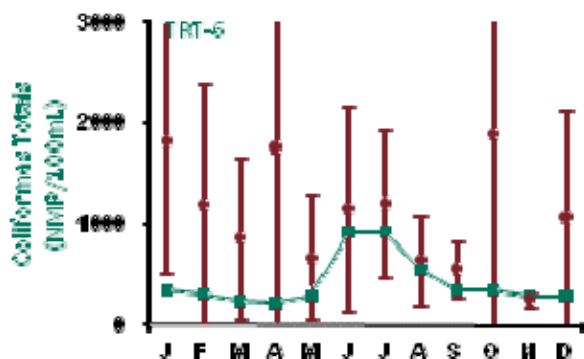


Figura 351: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-6)

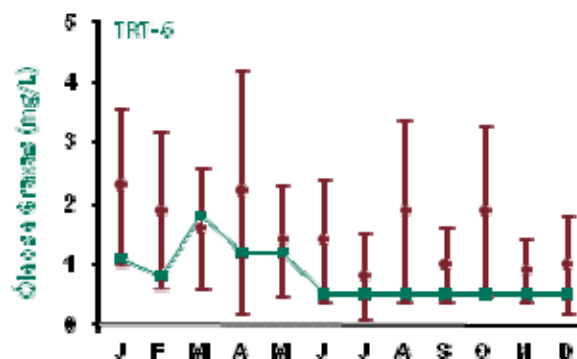


Figura 352: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-6)

Para o ponto de monitoramento TRT-6, as análises apresentaram resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para DBO, alumínio e ferro solúvel.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ficou acima do limite legal em praticamente todos os meses do ano de 2009 neste ponto, com exceção dos meses de janeiro e abril. Este resultado indica uma maior concentração de material orgânico no rio Trombetas em comparação com os demais igarapés na região. Este ponto está localizado próximo ao local onde são atracados os barcos dos moradores das comunidades do entorno, o que pode colaborar com o aumento da carga orgânica neste ponto.

Tanto alumínio quanto ferro solúvel excederam seus limites legais nos meses de junho e julho. Cabe ressaltar que nestes meses estas variáveis ficaram acima do limite legal no ponto TRT-1 (referência), o que indica que esta não-conformidade não está necessariamente ligada à atividade de mineração.

As concentrações de ferro, assim como de alumínio, dependem da constituição geológica das áreas de drenagem da bacia que contribuem para o corpo d'água, cujo processo de lixiviação ocasionada pela ação das águas vai influenciar na constituição deste elemento no manancial.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram pH, temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, manganês, nitrogênio orgânico e coliformes totais. Para cor verdadeira, manganês e coliformes totais alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para pH, condutividade elétrica, STD, DBO, OD, alumínio, ferro solúvel e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Temperatura e DQO apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação as características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento TRT-7

A partir da Figura 353 até a Figura 372 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-7.

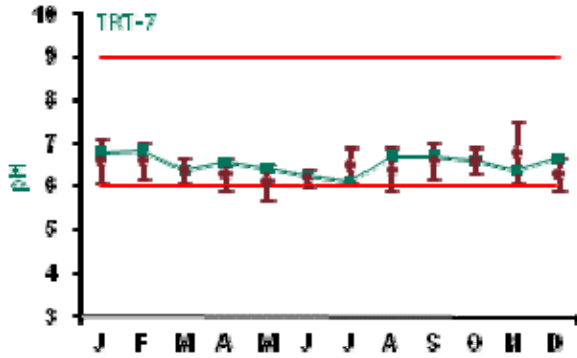


Figura 353: Série histórica e resultados para pH (TRT-7)

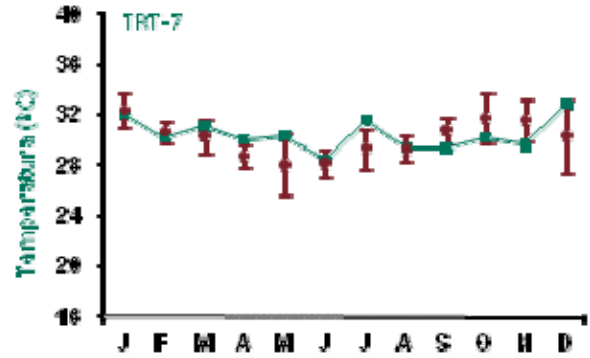


Figura 354: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-7)

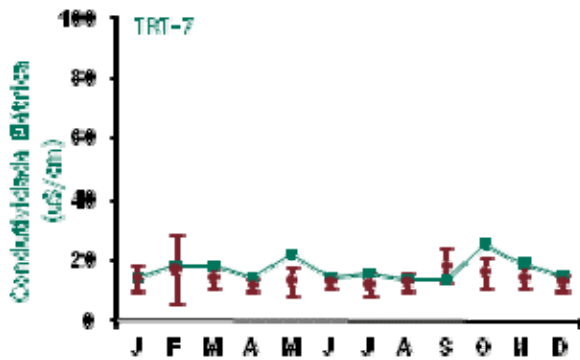


Figura 355: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-7)

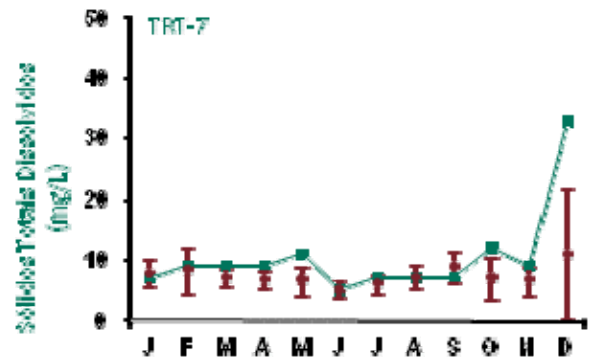


Figura 356: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-7)

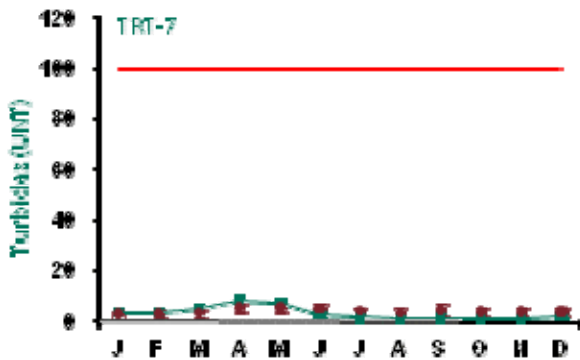


Figura 357: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-7)

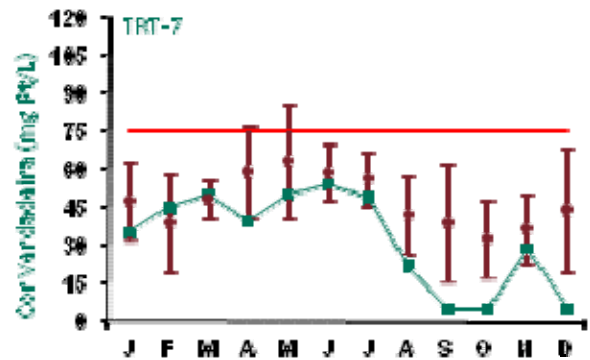


Figura 358: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-7)

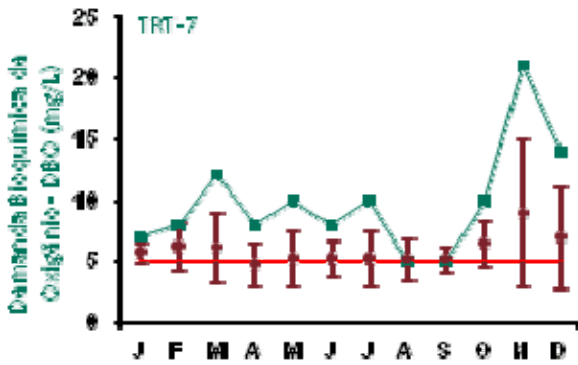


Figura 359: Série histórica e resultados para DBO (TRT-7)

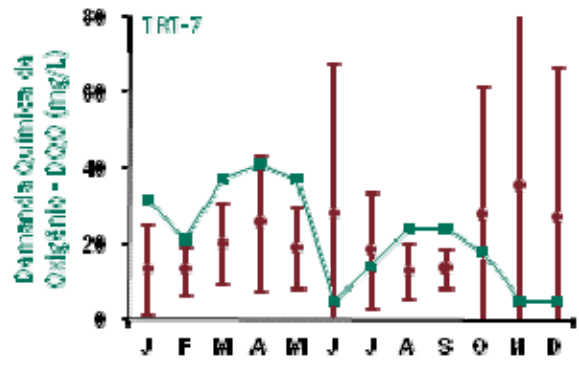


Figura 360: Série histórica e resultados para DQO (TRT-7)

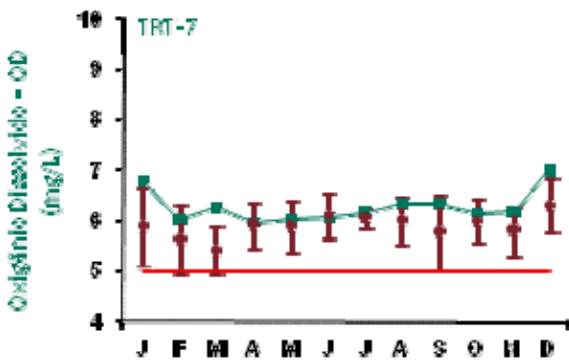


Figura 361: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-7)

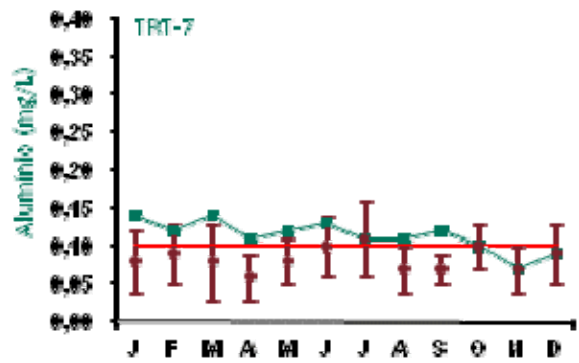


Figura 362: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-7)

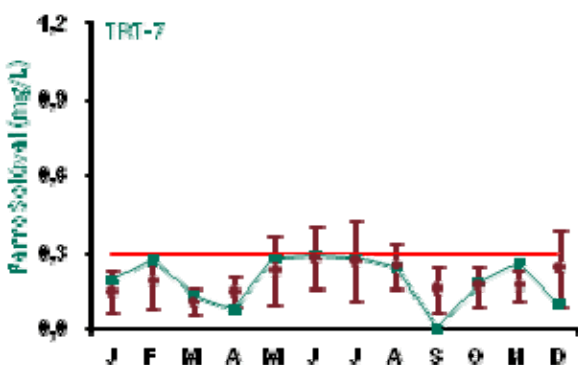


Figura 363: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-7)

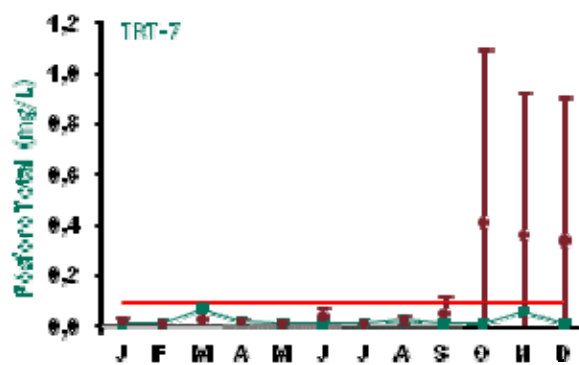


Figura 364: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-7)

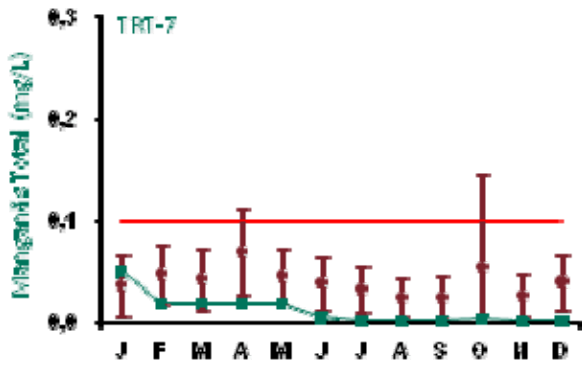


Figura 365: Série histórica e resultados para Manganês Total

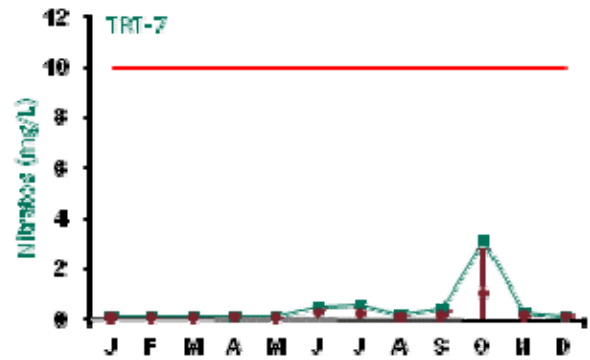


Figura 366: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-7)

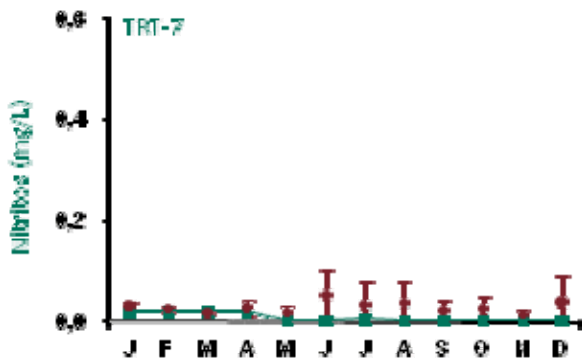


Figura 367: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-7)

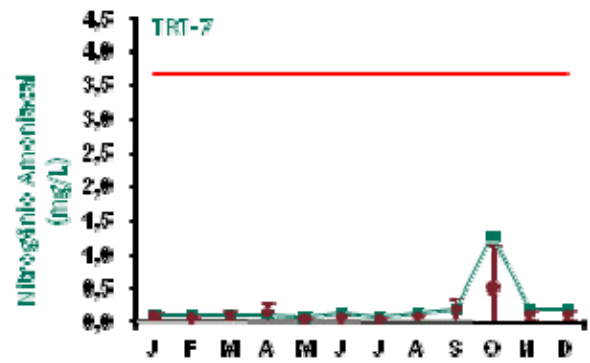


Figura 368: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (TRT-7)

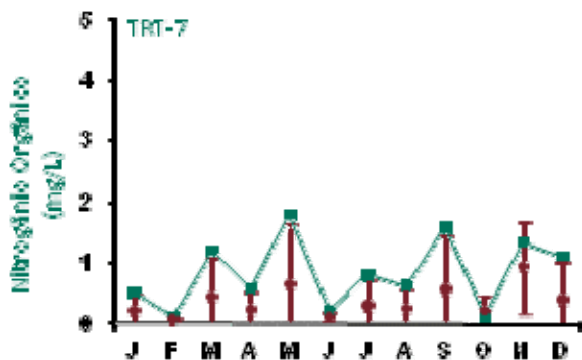


Figura 369: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-7)

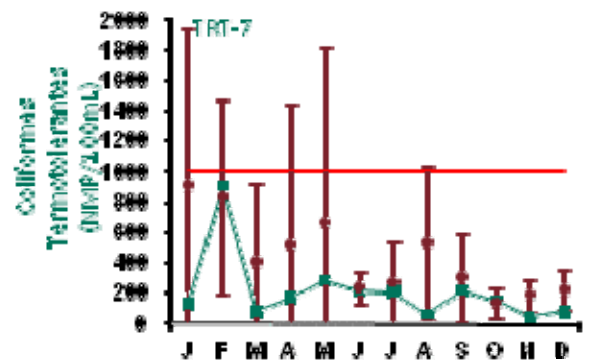


Figura 370: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-7)

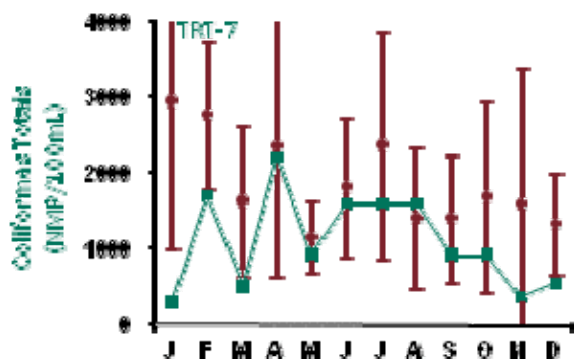


Figura 371: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-7)

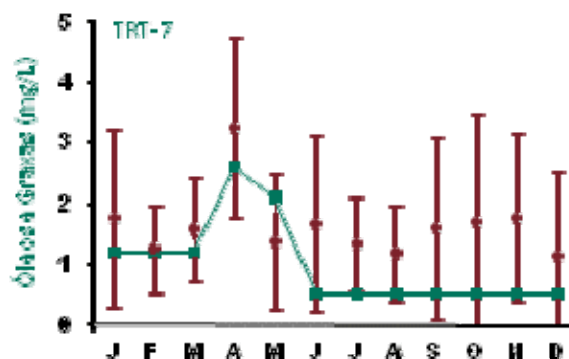


Figura 372: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-7)

O ponto de monitoramento TRT-7 apresentou resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para alumínio e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Esta última apresentou valores altos para os pontos monitorados à montante (TRT-5 e TRT-6).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ficou acima do limite legal em praticamente todos os meses do ano de 2009 neste ponto, com exceção de agosto e setembro. Este resultado indica uma maior concentração de material orgânico no rio Trombetas em comparação com os demais igarapés na região. Este ponto está localizado próximo ao lançamento dos efluentes tratados da estação de tratamento de esgoto de Porto Trombetas.

Alumínio ultrapassou o limite legal de janeiro a setembro. As concentrações de alumínio dependem da constituição geológica das áreas de drenagem da bacia que contribuem para o corpo d'água, cujo processo de lixiviação ocasionada pela ação das águas vai influenciar na constituição deste elemento no manancial.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel, manganês, nitratos, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, coliformes termotolerantes e coliformes totais. Para cor verdadeira, manganês, coliformes termotolerantes e coliformes totais alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para condutividade elétrica, STD, DBO, DQO, OD, alumínio, nitratos, nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. Temperatura e ferro solúvel apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação às características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento TRT-8

A partir da Figura 373 até a Figura 392 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRT-8.

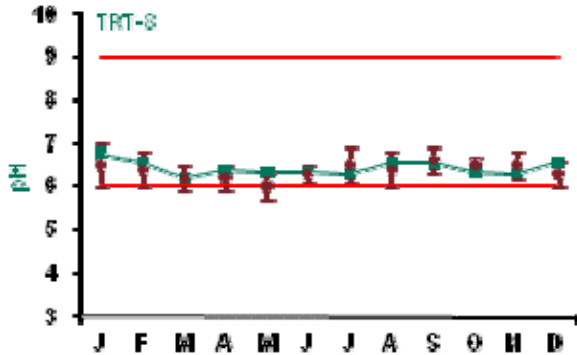


Figura 373: Série histórica e resultados para pH (TRT-8)

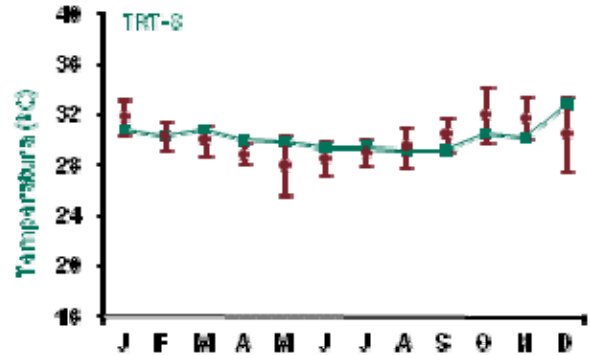


Figura 374: Série histórica e resultados para Temperatura (TRT-8)

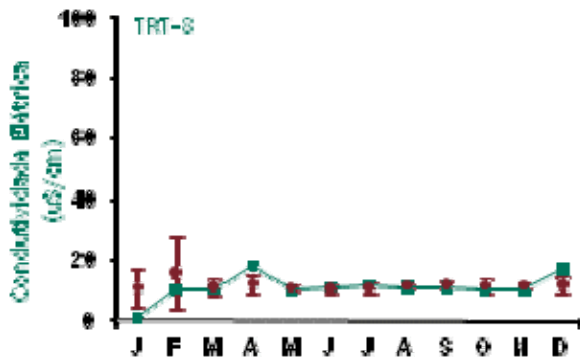


Figura 375: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRT-8)

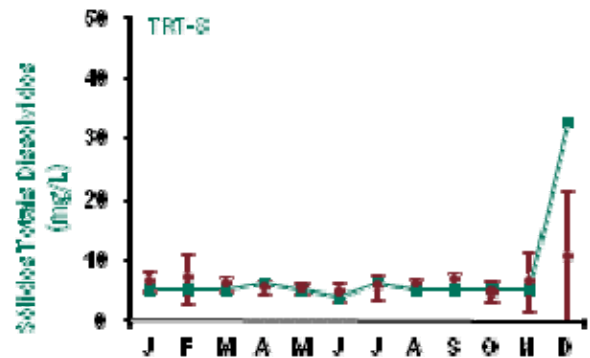


Figura 376: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRT-8)

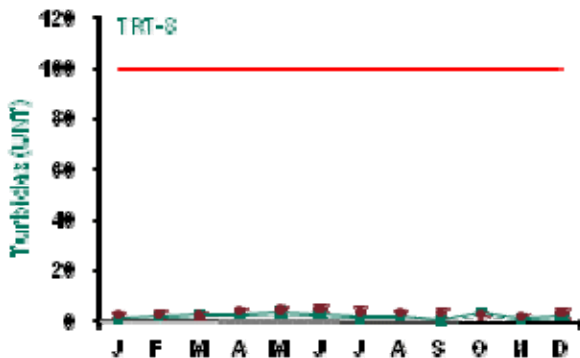


Figura 377: Série histórica e resultados para Turbidez (TRT-8)

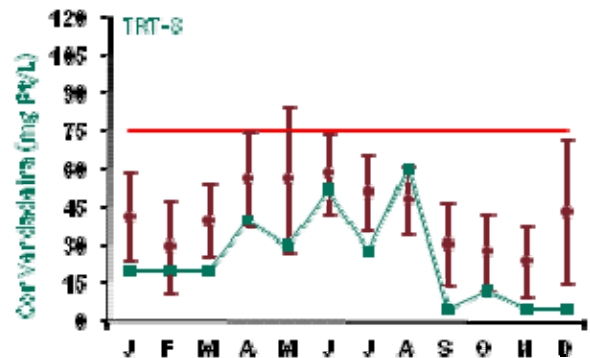


Figura 378: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRT-8)

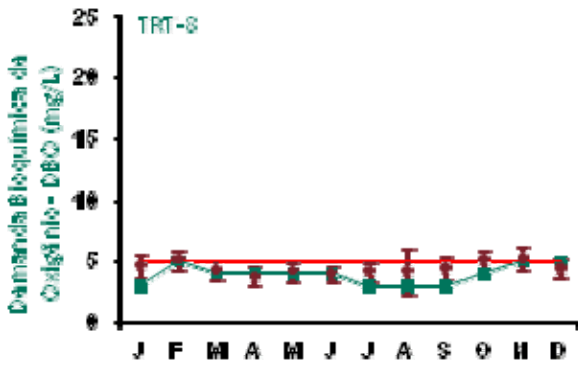


Figura 379: Série histórica e resultados para DBO (TRT-8)

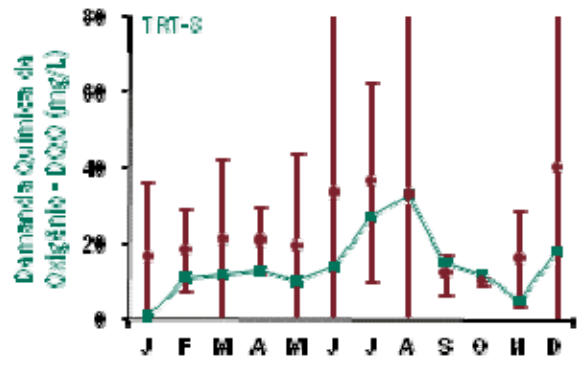


Figura 380: Série histórica e resultados para DQO (TRT-8)

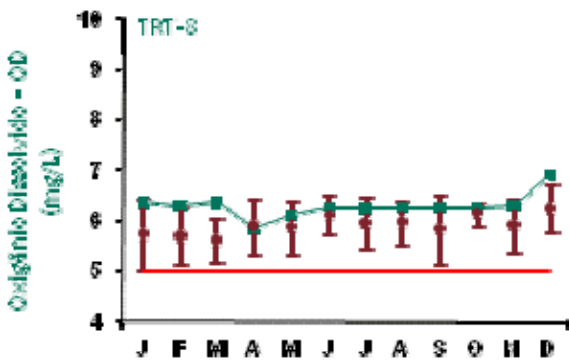


Figura 381: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRT-8)

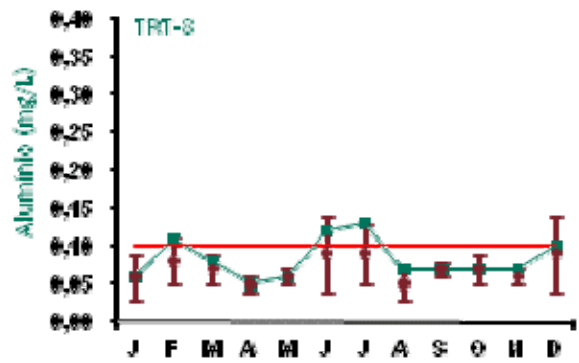


Figura 382: Série histórica e resultados para Alumínio (TRT-8)

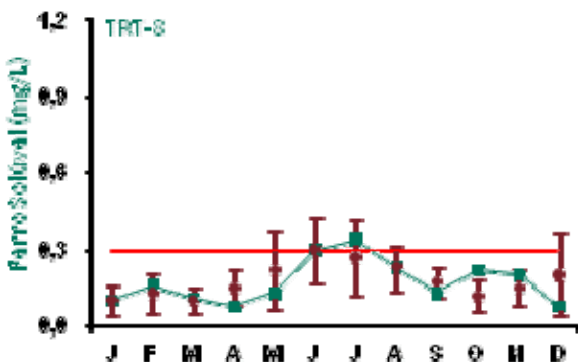


Figura 383: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRT-8)

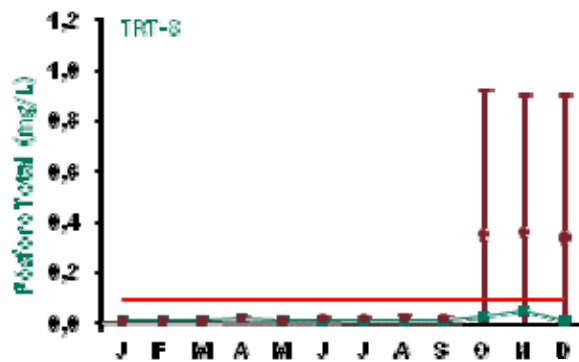


Figura 384: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRT-8)

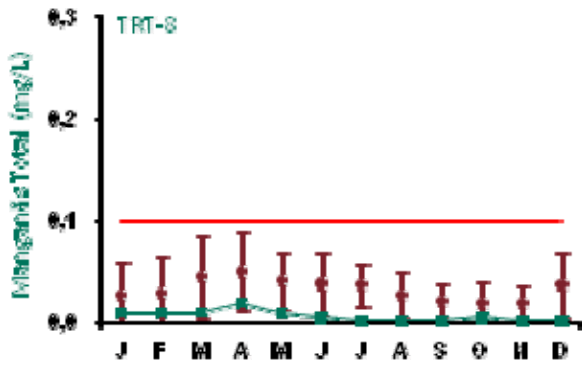


Figura 385: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRT-8)

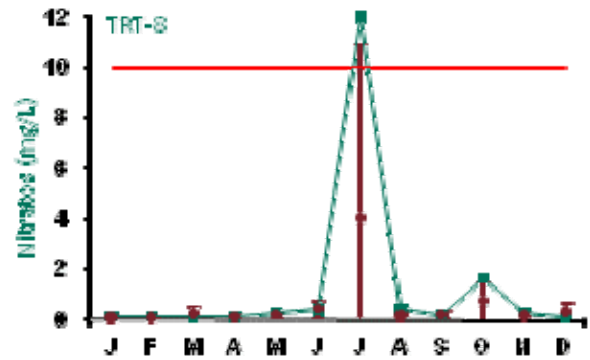


Figura 386: Série histórica e resultados para Nitratos (TRT-8)

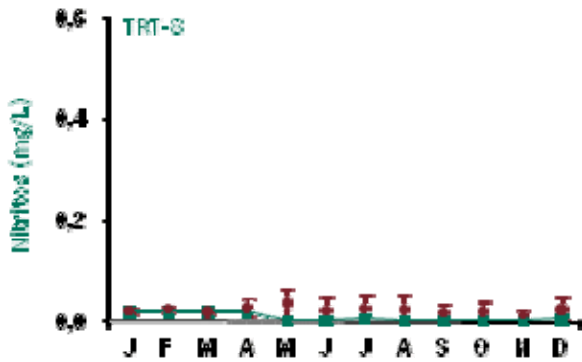


Figura 387: Série histórica e resultados para Nitritos (TRT-8)

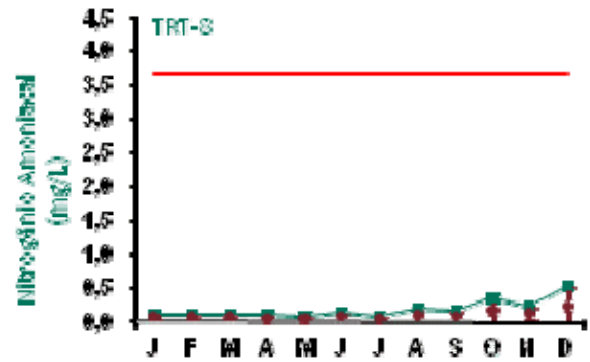


Figura 388: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amônia (TRT-8)

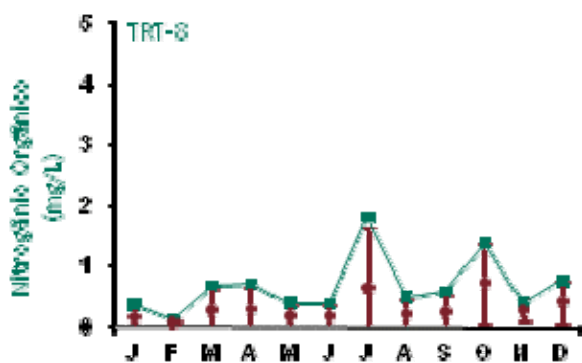


Figura 389: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRT-8)

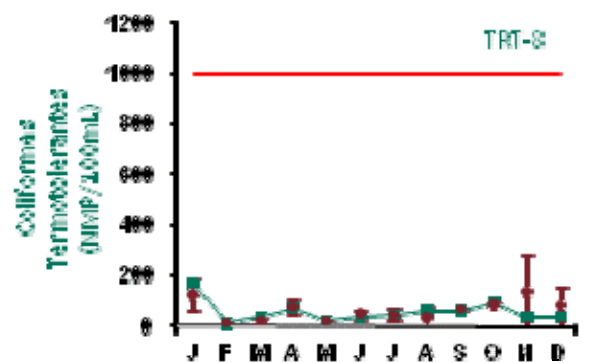


Figura 390: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRT-8)

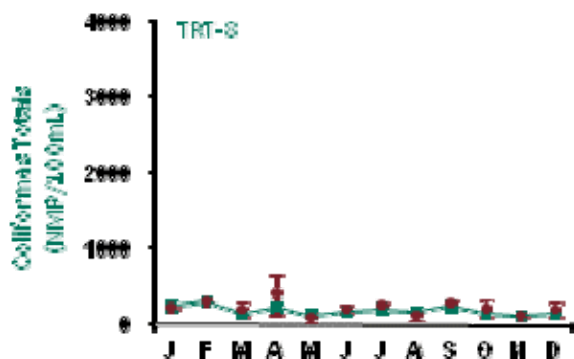


Figura 391: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRT-8)

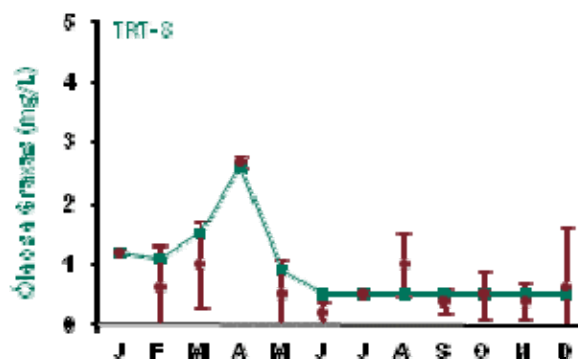


Figura 392: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRT-8)

Com relação ao monitoramento do ponto TRT-8, a maioria dos resultados ficou dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto alumínio, ferro solúvel e nitrato. As variáveis ferro solúvel e alumínio também apresentaram valores acima do padrão em alguns trechos monitorados à montante do ponto TRT-8.

Alumínio ultrapassou o limite legal nos meses de fevereiro, junho e julho. Já ferro solúvel ficou acima do limite permitido no mês de julho. Cabe ressaltar que para alumínio, meses de junho e julho, e ferro solúvel, mês de julho, os resultados ficaram acima do limite legal, da mesma maneira que no ponto TRT-1 (referência), o que indica que esta não-conformidade não está necessariamente ligada à atividade de mineração.

Nitrato é uma forma oxidada de nitrogênio que pode ser encontrado nas águas e reflete concentrações de cargas orgânicas, cujas fontes encontram-se distantes devido à forma reduzida em que se apresenta. Este desvio observado no ponto TRT-8 (jusante do ponto TRT-7), no mês de julho, não deve ser relacionado ao lançamento dos efluentes tratados que ocorre à montante, uma vez que esta anormalidade não ocorreu no ponto TRT-7.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel, manganês, nitratos e nitrogênio orgânico. Para cor verdadeira e manganês alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para condutividade elétrica, STD, DQO, OD, alumínio, ferro solúvel, nitratos e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

Comparando o ponto de monitoramento TRT-8 com o ponto de monitoramento TRT-1, ponto que não sofre influência das atividades de mineração (referência) do rio Trombetas, observamos que o comportamento das variáveis analisadas são em sua maioria idênticos entre os dois pontos, o que pode indicar a total capacidade de assimilação por parte do corpo hídrico dos compostos provenientes do lançamento dos efluentes tratados da ETE.

Os resultados de pH das águas do rio Trombetas encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este rio sofre uma influência menor com relação às características ligeiramente ácidas dos igarapés que drenam as áreas dos platôs.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo,



pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento AF-1

A partir da Figura 393 até a Figura 412 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto AF-1.

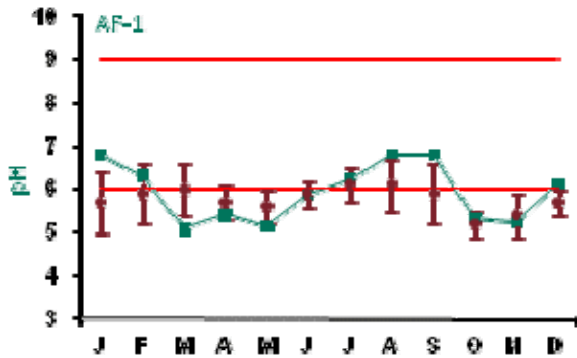


Figura 393: Série histórica e resultados para pH (AF-1)

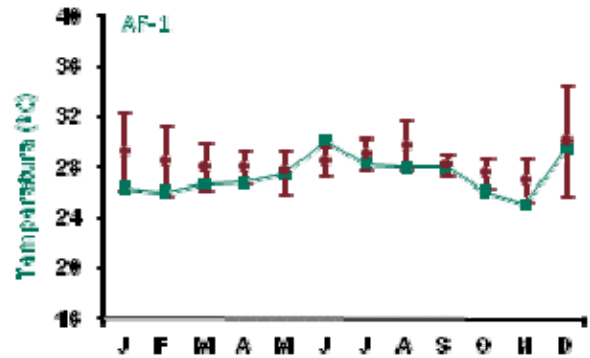


Figura 394: Série histórica e resultados para Temperatura (AF-1)

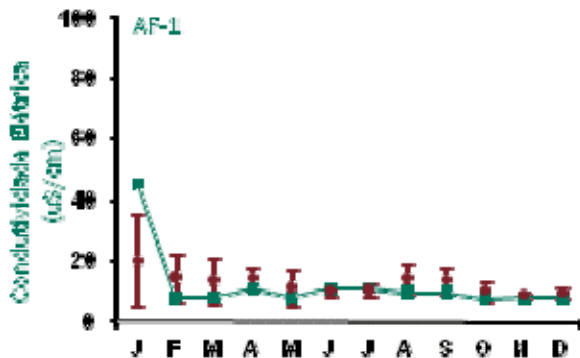


Figura 395: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AF-1)

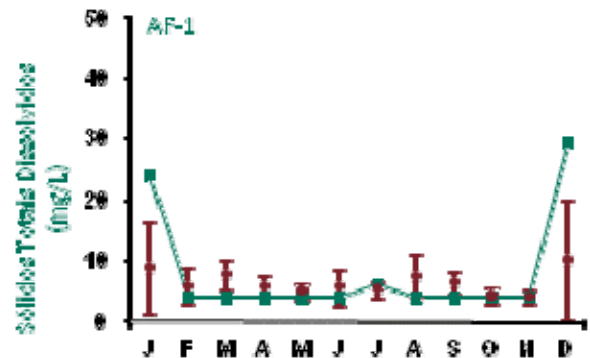


Figura 396: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AF-1)

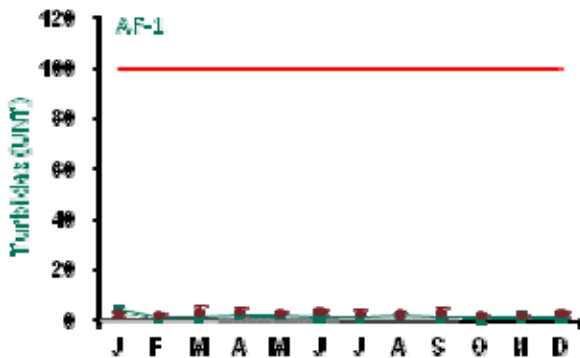


Figura 397: Série histórica e resultados para Turbidez (AF-1)

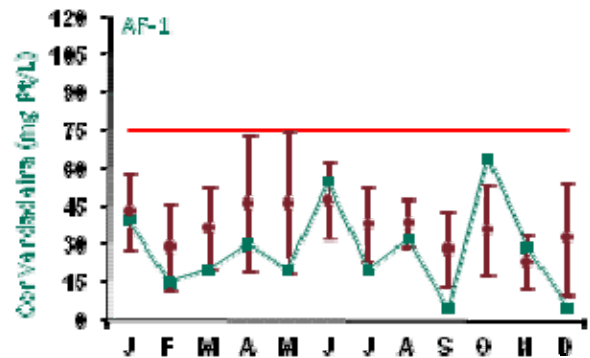


Figura 398: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AF-1)

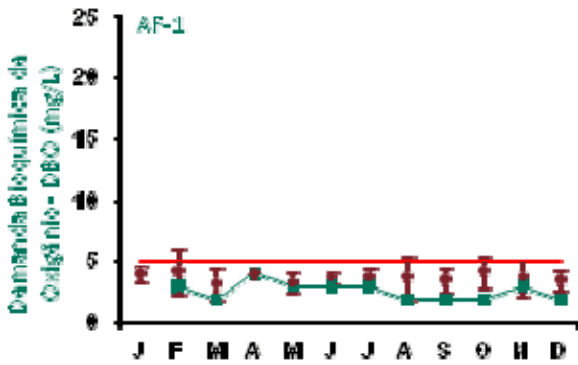


Figura 399: Série histórica e resultados para DBO (AF-1)

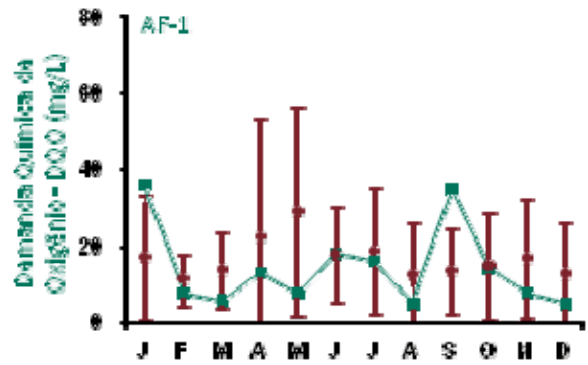


Figura 400: Série histórica e resultados para DQO (AF-1)

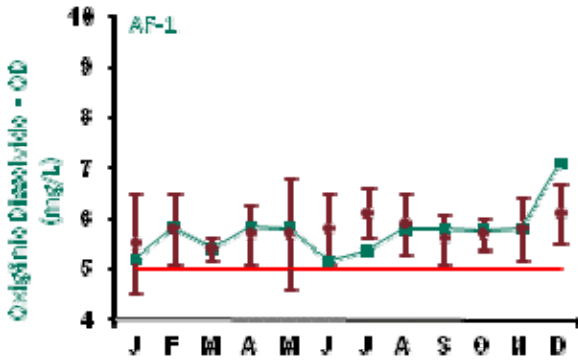


Figura 401: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AF-1)

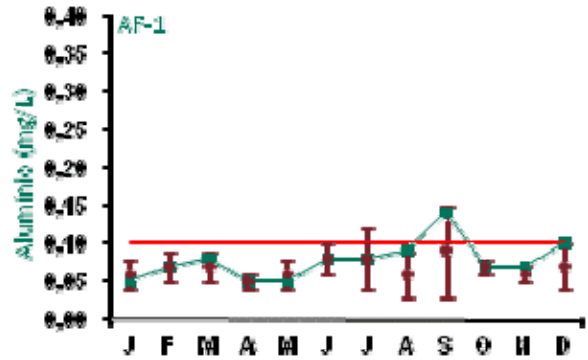


Figura 402: Série histórica e resultados para Alumínio (AF-1)

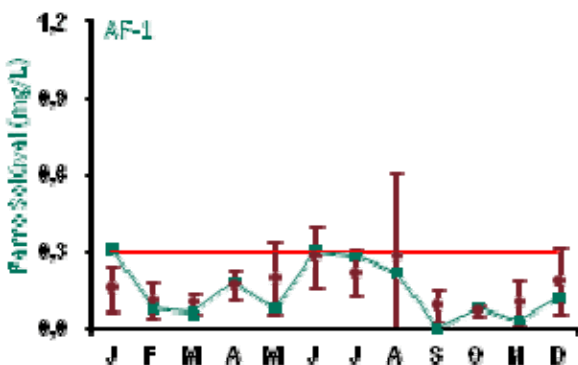


Figura 403: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AF-1)

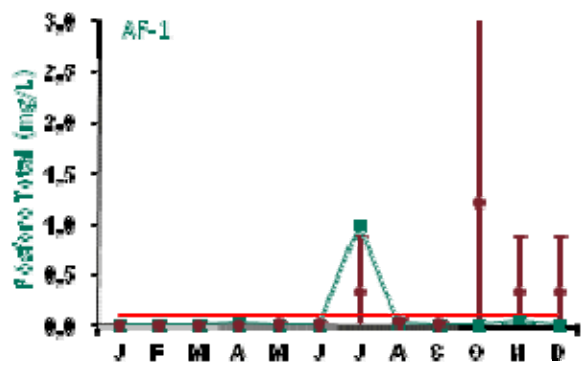


Figura 404: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AF-1)

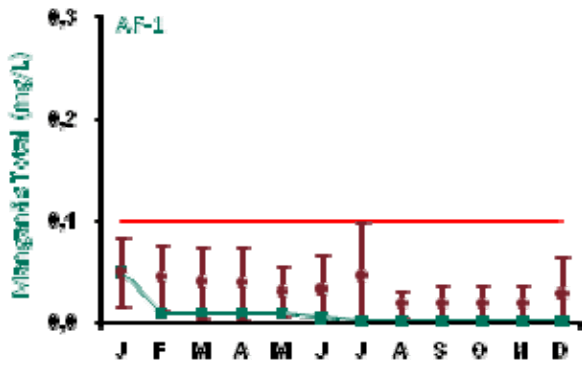


Figura 405: Série histórica e resultados para Manganês Total (AF-1)

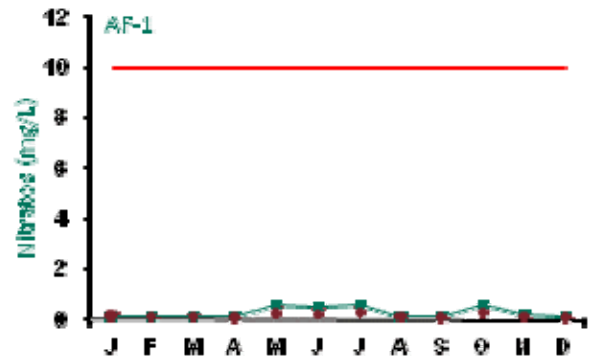


Figura 406: Série histórica e resultados para Nitratos (AF-1)

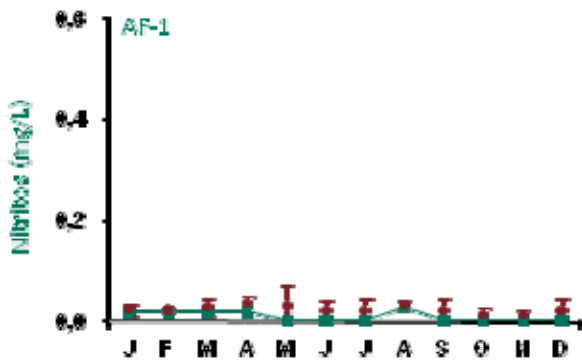


Figura 407: Série histórica e resultados para Nitritos (AF-1)

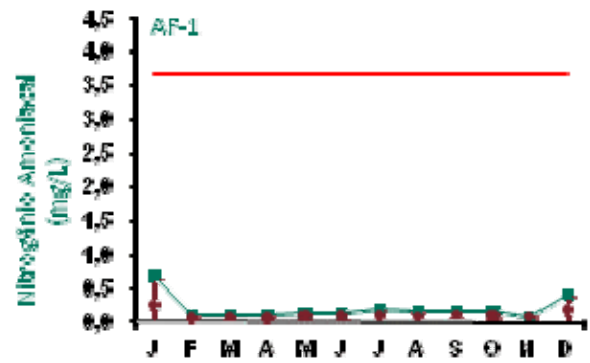


Figura 408: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (AF-1)

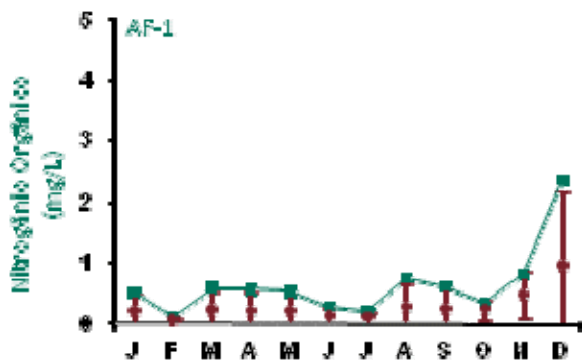


Figura 409: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AF-1)

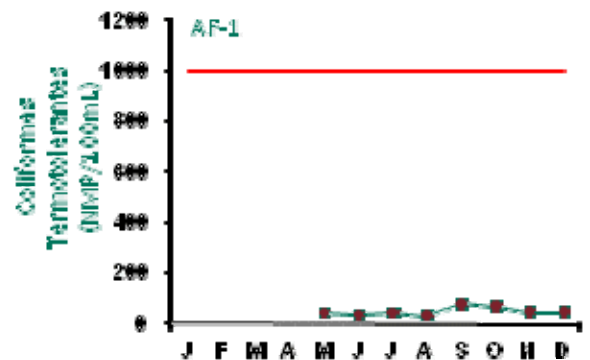


Figura 410: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AF-1)

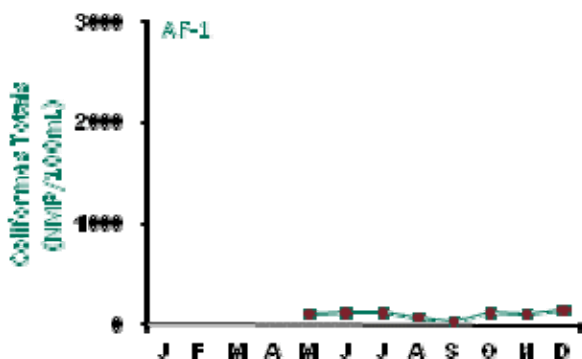


Figura 411: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AF-1)

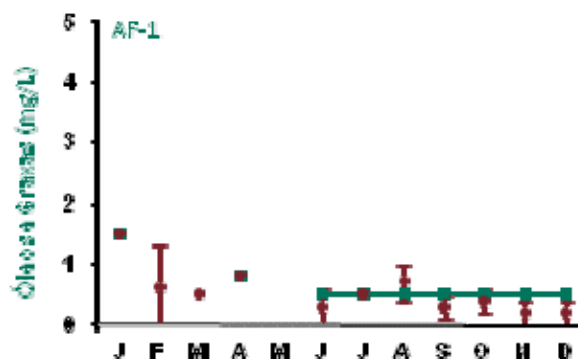


Figura 412: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AF-1)

Com relação ao monitoramento do ponto AF-1, a maioria dos resultados ficou dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH, alumínio e fósforo total.

Praticamente todos os valores de pH deste afluente do rio Trombetas encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este deve sofrer grande influência em seu curso final do próprio rio Trombetas. A variável pH esteve fora da faixa de 6-9 nos meses de março a junho, outubro e novembro.

A variável alumínio ficou acima do permitido no mês de setembro. Na área de influência deste corpo d'água está localizada a barragem do Água Fria (monitorada pelos pontos TP-1 e TP-2) que drena os efluentes provenientes da drenagem pluvial das pilhas de estocagem de bauxita, após o sistema de tratamento dos tanques de sedimentação.

Será feita uma investigação mais detalhada de forma a identificar as causas fundamentais e atuar de forma a eliminar estes desvios em todos os separadores que apresentaram problemas.

Fósforo total excedeu o limite em julho. O trabalho de investigação proposto para a variável alumínio será abrangido para o fósforo devido à obtenção de alguns resultados acima dos limites estipulados, tendo em vista que se trata das mesmas contribuições de efluentes.

Entre janeiro e maio, o monitoramento da qualidade da água superficial neste ponto não contemplava análise regulares de óleos e graxas, passando a ser feito mensalmente a partir de junho.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados entre janeiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram pH, temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel, fósforo total, nitrogênio orgânico e óleos e graxas. Para temperatura e DBO alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para condutividade elétrica, STD, DQO, ferro solúvel, fósforo total, nitrogênio orgânico e óleos e graxas os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. pH, cor verdadeira e oxigênio dissolvido apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento AF-2

A partir da Figura 413 até a Figura 432 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto AF-2.

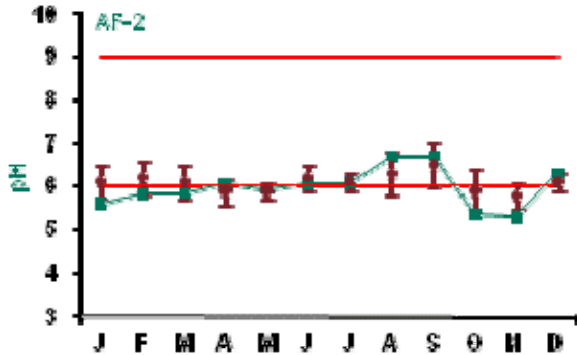


Figura 413: Série histórica e resultados para pH (AF-2)

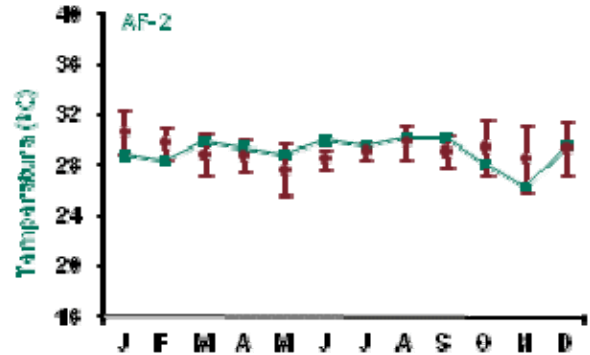


Figura 414: Série histórica e resultados para Temperatura (AF-2)

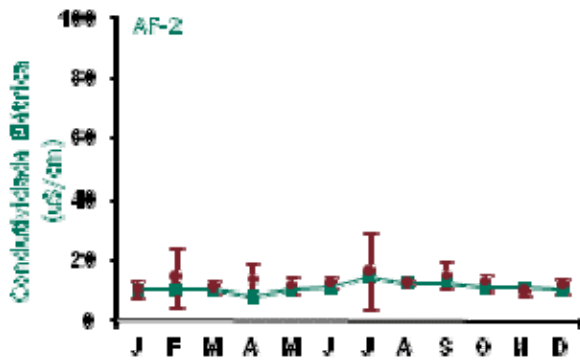


Figura 415: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (AF-2)

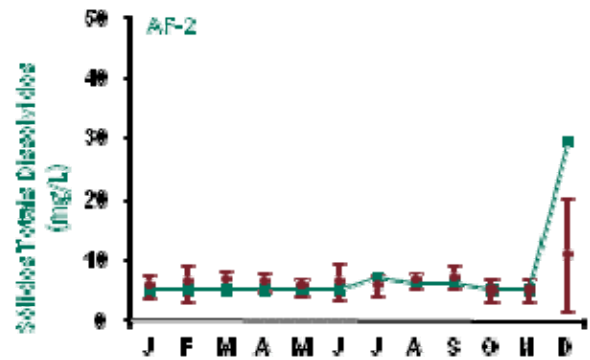


Figura 416: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (AF-2)

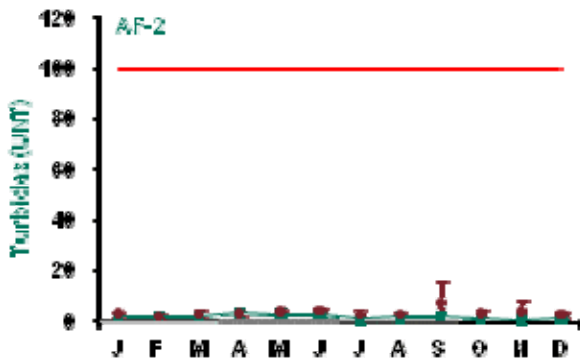


Figura 417: Série histórica e resultados para Turbidez (AF-2)

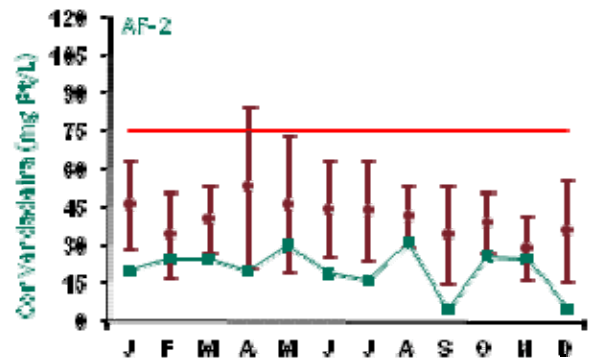


Figura 418: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (AF-2)

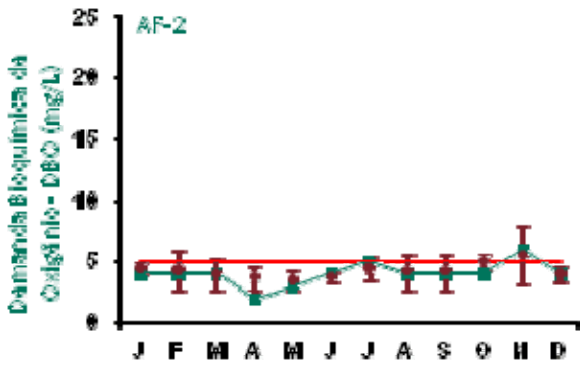


Figura 419: Série histórica e resultados para DBO (AF-2)

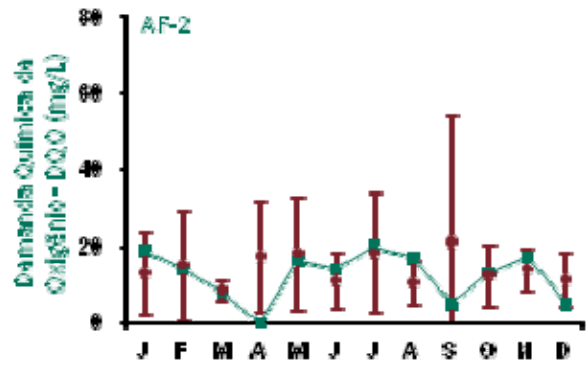


Figura 420: Série histórica e resultados para DQO (AF-2)

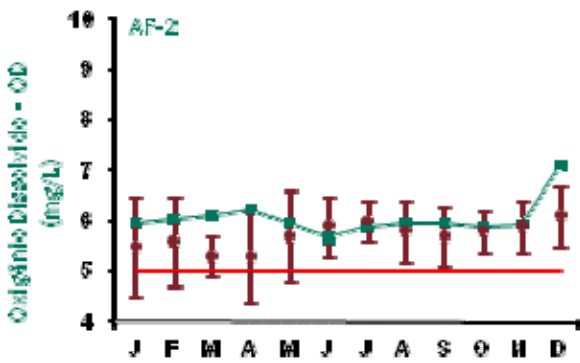


Figura 421: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (AF-2)

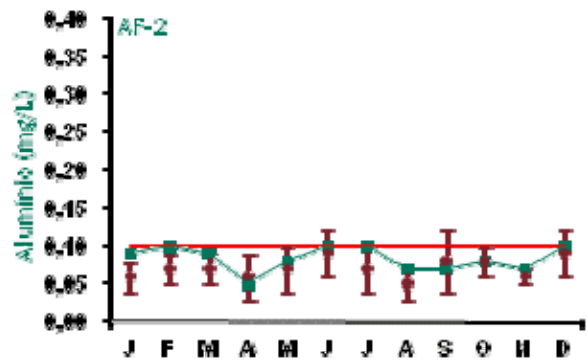


Figura 422: Série histórica e resultados para Alumínio (AF-2)

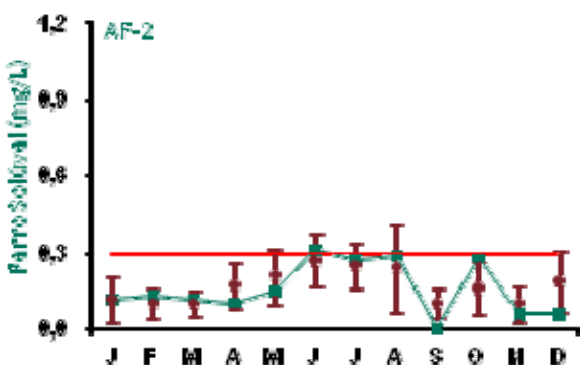


Figura 423: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (AF-2)

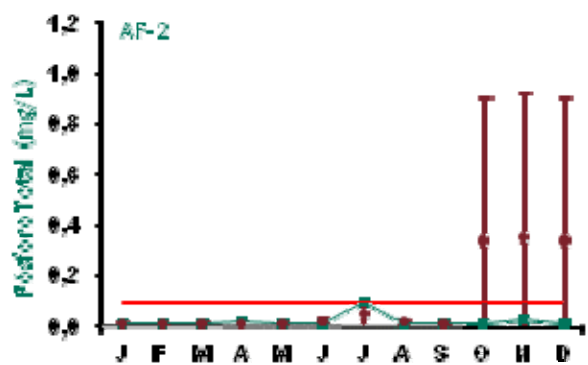


Figura 424: Série histórica e resultados para Fósforo Total (AF-2)

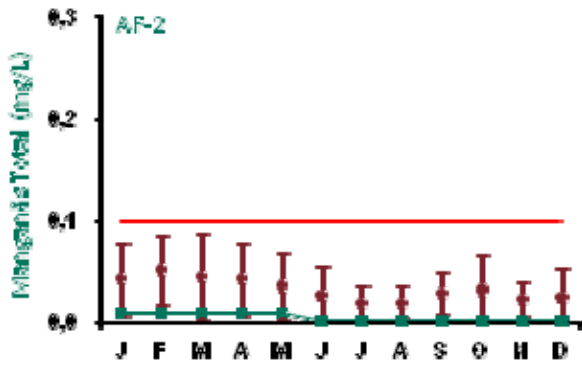


Figura 425: Série histórica e resultados para Manganês Total (AF-2)

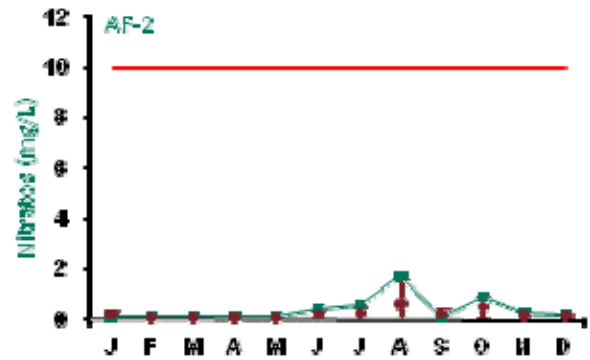


Figura 426: Série histórica e resultados para Nitratos (AF-2)

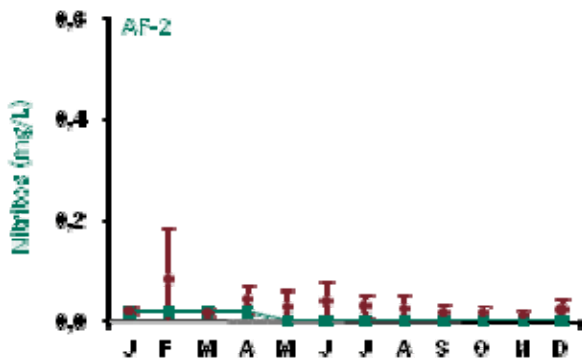


Figura 427: Série histórica e resultados para Nitritos (AF-2)

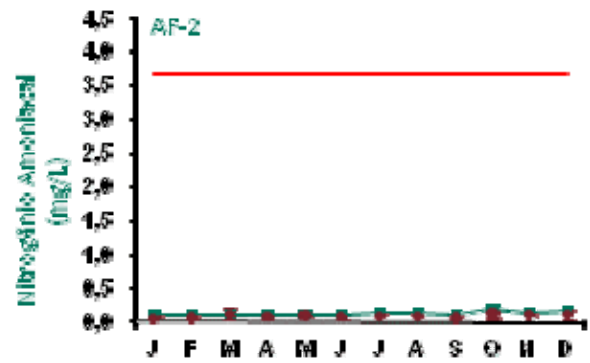


Figura 428: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (AF-2)

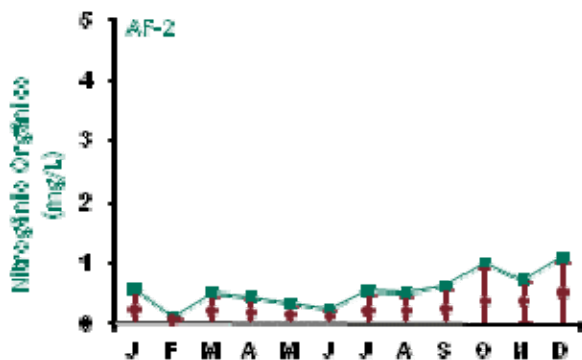


Figura 429: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (AF-2)

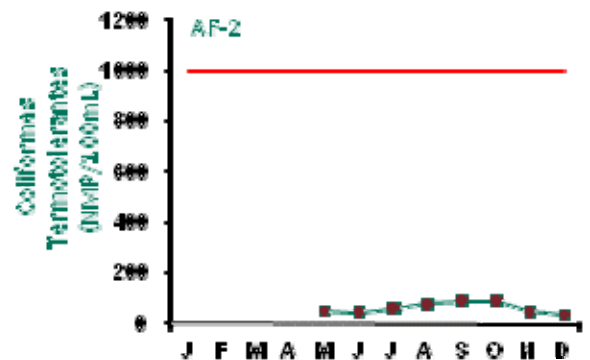


Figura 430: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (AF-2)

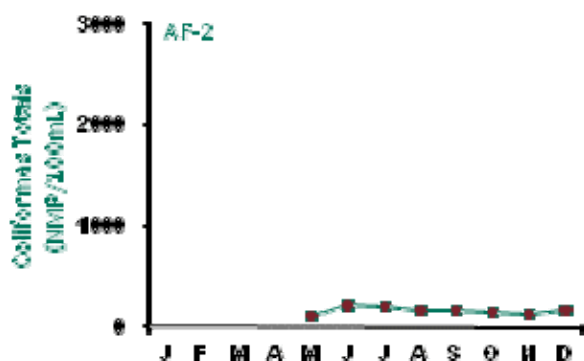


Figura 431: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (AF-2)

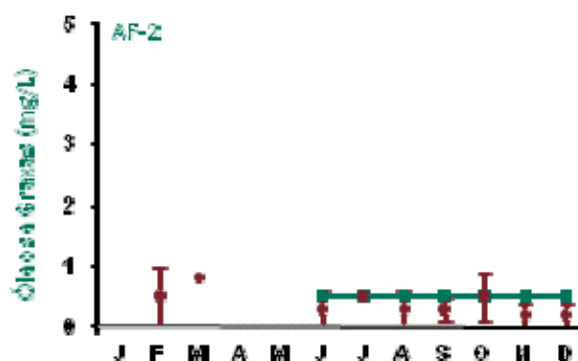


Figura 432: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (AF-2)

Com relação ao monitoramento do ponto AF-2, a maioria dos resultados ficou dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto DBO, ferro solúvel e pH. A variável pH apresentou variabilidade ao longo do tempo assim como no ponto monitorado à montante denominado AF-1.

Praticamente todos os valores de pH deste ponto encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando que este deve sofrer grande influência em seu curso final do próprio rio Trombetas. A variável pH esteve fora da faixa de 6-9 nos meses de janeiro a março, maio, outubro e novembro. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ficou acima do limite legal no mês de novembro, enquanto que ferro solúvel excedeu o limite em junho.

Entre janeiro e maio, o monitoramento da qualidade da água superficial neste ponto não contemplava análise regulares de óleos e graxas, passando a ser feito mensalmente a partir de junho.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados entre janeiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram temperatura sólidos totais dissolvidos (STD), cor verdadeira, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel e manganês. Para cor verdadeira, DBO, DQO, ferro solúvel e manganês alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal, para temperatura, STD, OD e alumínio os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento F-1

A partir da Figura 433 até a Figura 452 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto F-1.

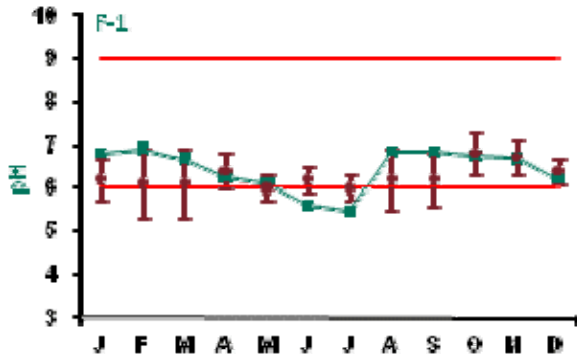


Figura 433: Série histórica e resultados para pH (F-1)

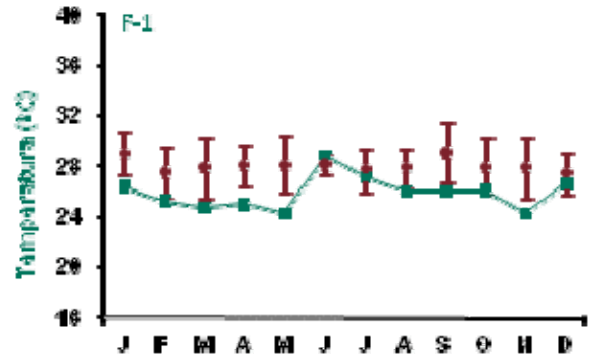


Figura 434: Série histórica e resultados para Temperatura (F-1)

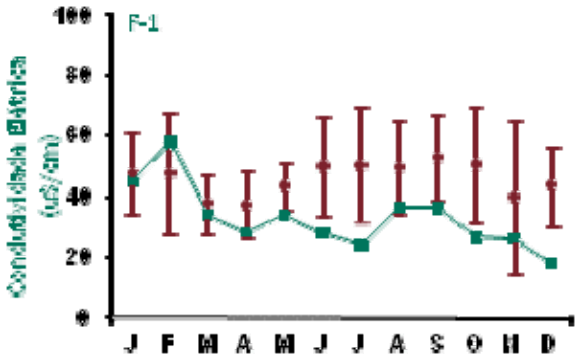


Figura 435: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (F-1)

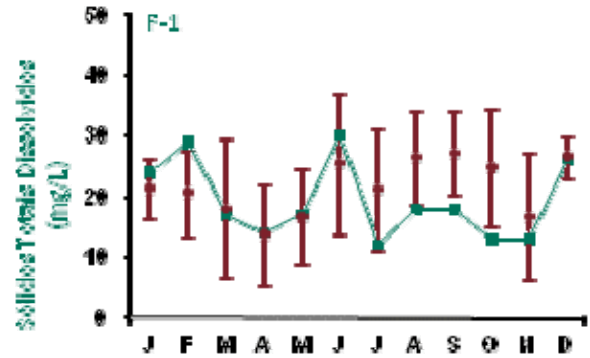


Figura 436: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (F-1)

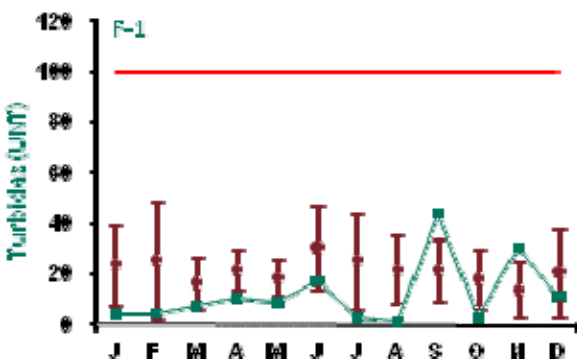


Figura 437: Série histórica e resultados para Turbidez (F-1)

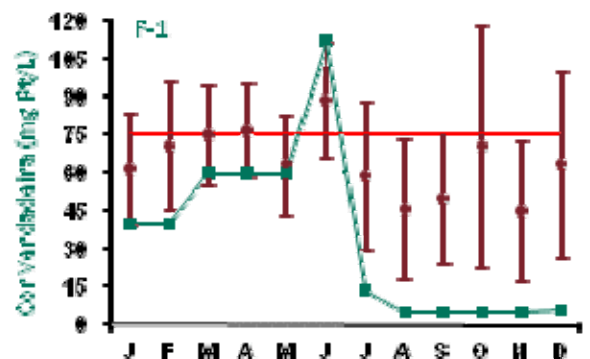


Figura 438: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (F-1)

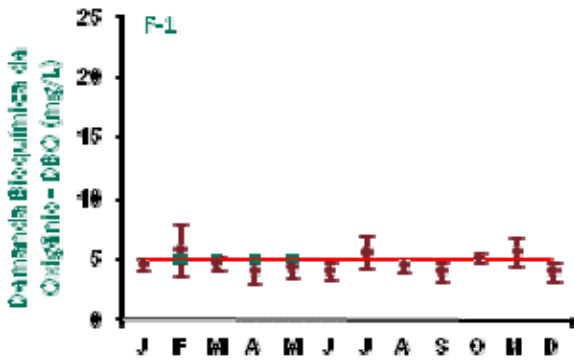


Figura 439: Série histórica e resultados para DBO (F-1)

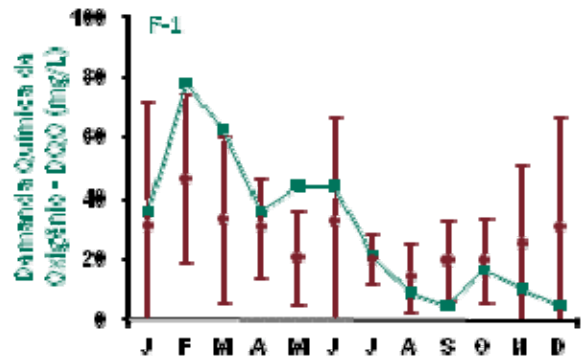


Figura 440: Série histórica e resultados para DQO (F-1)

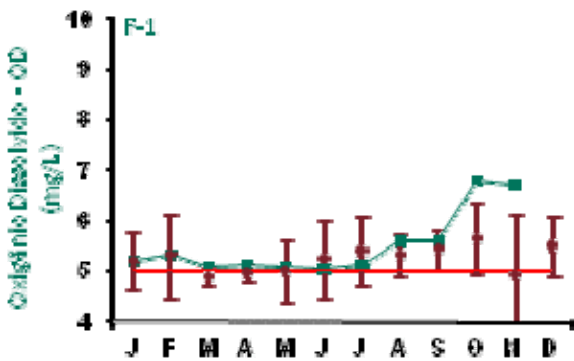


Figura 441: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (F-1)

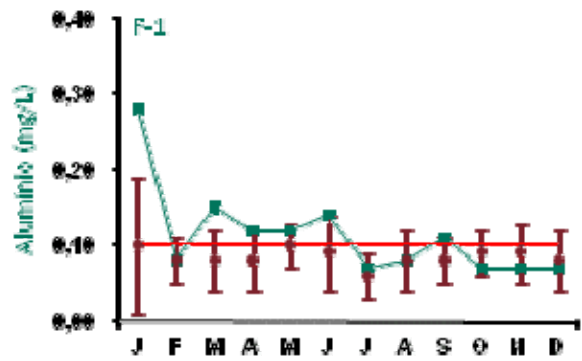


Figura 442: Série histórica e resultados para Alumínio (F-1)

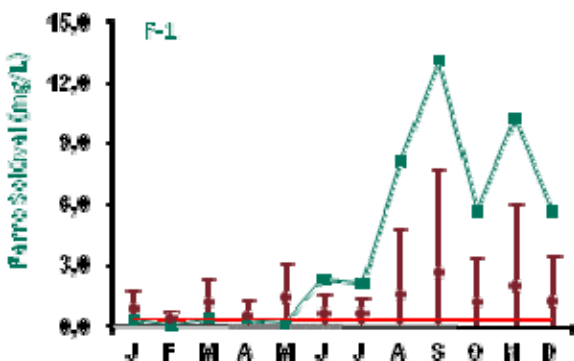


Figura 443: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (F-1)

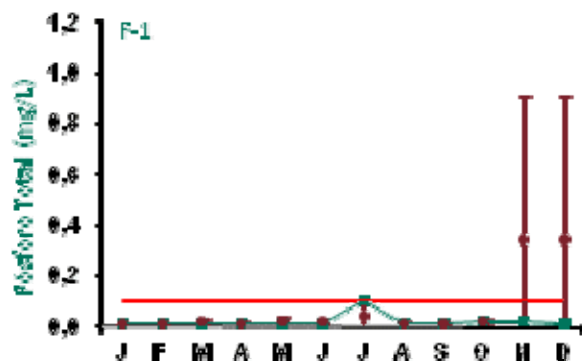


Figura 444: Série histórica e resultados para Fósforo Total (F-1)

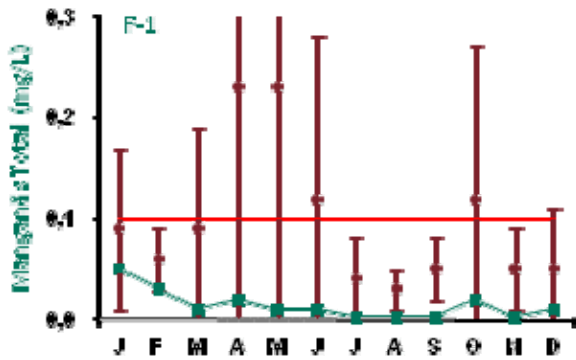


Figura 445: Série histórica e resultados para Manganês Total (F-1)

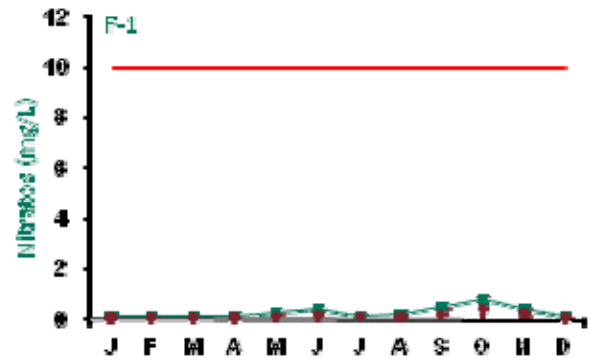


Figura 446: Série histórica e resultados para Nitratos (F-1)

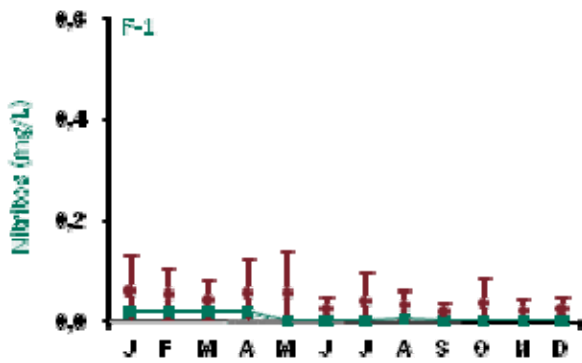


Figura 447: Série histórica e resultados para Nitritos (F-1)

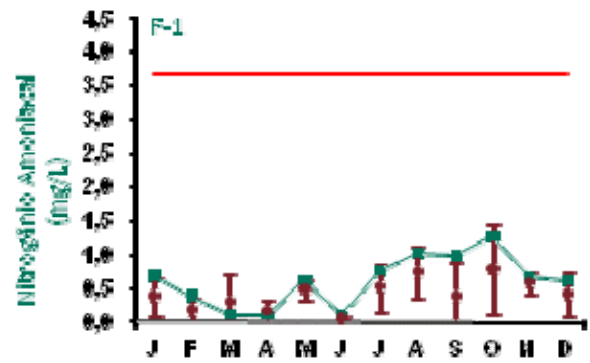


Figura 448: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (F-1)

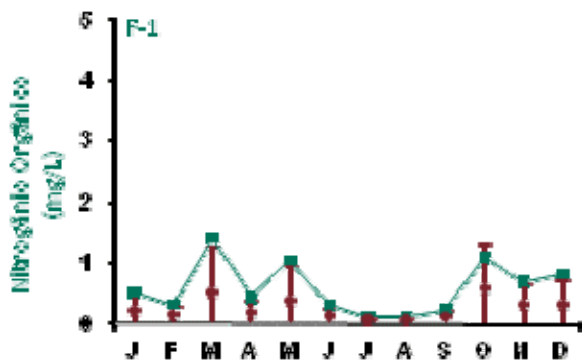


Figura 449: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (F-1)

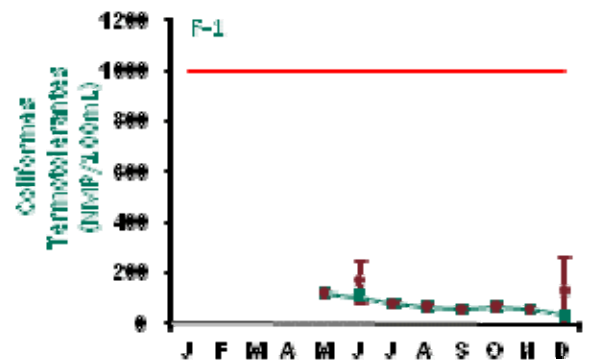


Figura 450: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (F-1)

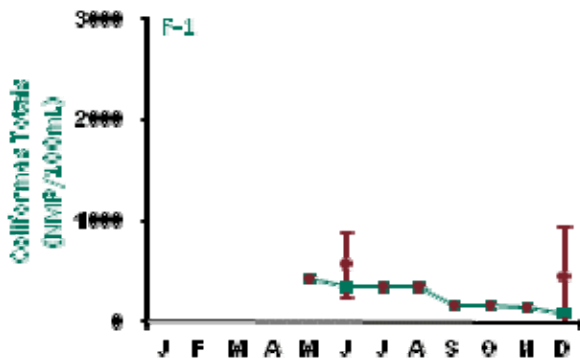


Figura 451: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (F-1)

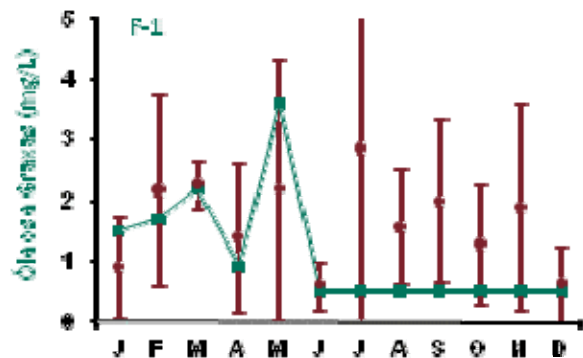


Figura 452: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (F-1)

Os resultados obtidos no monitoramento do ponto F-1 encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH, cor verdadeira, alumínio e ferro solúvel.

Este igarapé apresenta maiores concentrações de sólidos, principalmente na época de chuva em função do carreamento de materiais orgânicos e inorgânicos pela ação das águas pluviais. Localiza-se na vila de Porto Trombetas, no interior de mata fechada, e possui características de regime lântico. Sua ligação com o rio Trombetas é restrita à drenagem em épocas de chuvas intensas. Tais características refletem nas variáveis turbidez, sólidos, condutividade, cor, DQO, alumínio e ferro.

Praticamente todos os valores de pH encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005. A variável pH esteve fora da faixa de 6-9 apenas nos meses de junho e julho.

A variável cor verdadeira ficou acima do limite legal no mês de junho. Ferro solúvel excedeu o limite em quase todas as análises, exceto em fevereiro e abril, enquanto que alumínio esteve fora nos meses de janeiro, entre março e junho e no mês de setembro.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados entre janeiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os parâmetros cujos valores apresentaram variações quando comparados com os anos anteriores foram pH, temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez, cor verdadeira, DQO, oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel, manganês, nitrogênio orgânico e óleos e graxas. Para temperatura, condutividade elétrica, cor verdadeira, manganês e óleos e graxas alguns valores registrados ficaram abaixo do intervalo de desvio padrão mensal; para oxigênio dissolvido, alumínio, ferro solúvel e nitrogênio orgânico os resultados apresentaram-se, em alguns meses, acima do intervalo de desvio padrão mensal. pH, STD, turbidez e DQO apresentaram variações tanto acima quanto abaixo do intervalo de desvio padrão mensal.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.

■ Ponto de Monitoramento TRM-1

A partir da Figura 453 até a Figura 472 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto TRM-1.

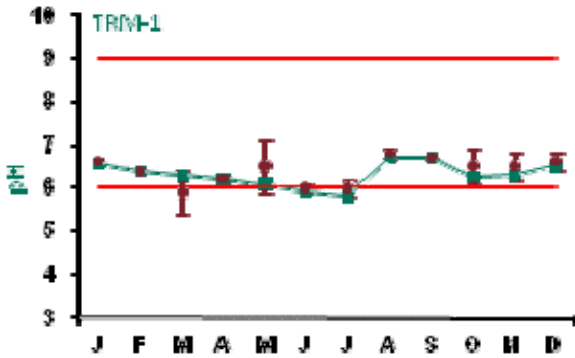


Figura 453: Série histórica e resultados para pH (TRM-1)

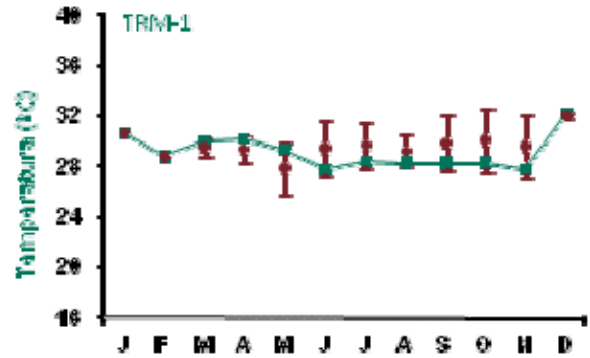


Figura 454: Série histórica e resultados para Temperatura (TRM-1)

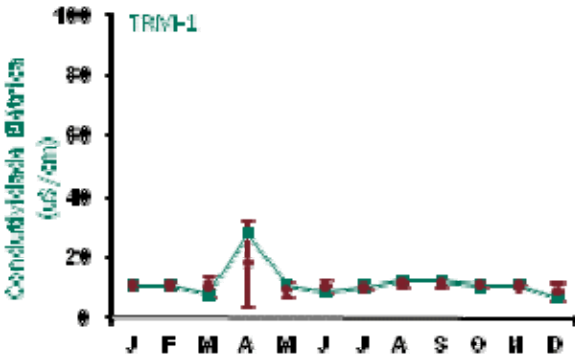


Figura 455: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (TRM-1)

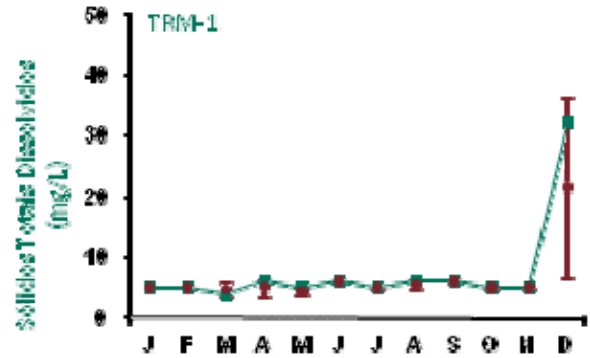


Figura 456: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (TRM-1)

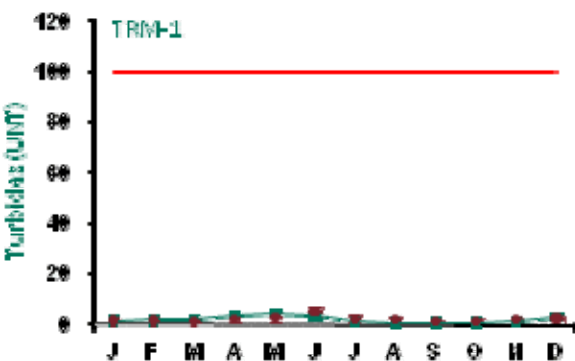


Figura 457: Série histórica e resultados para Turbidez (TRM-1)

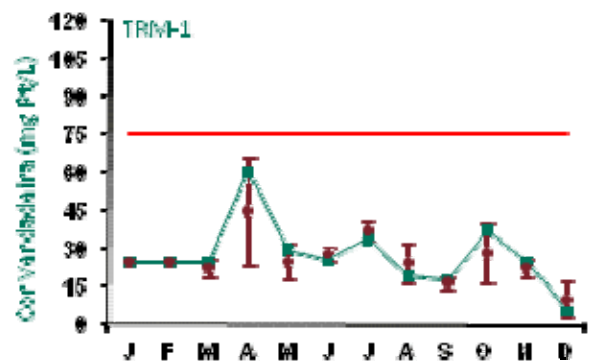


Figura 458: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (TRM-1)

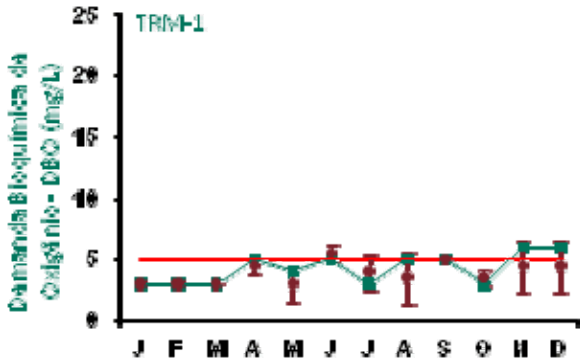


Figura 459: Série histórica e resultados para DBO (TRM-1)

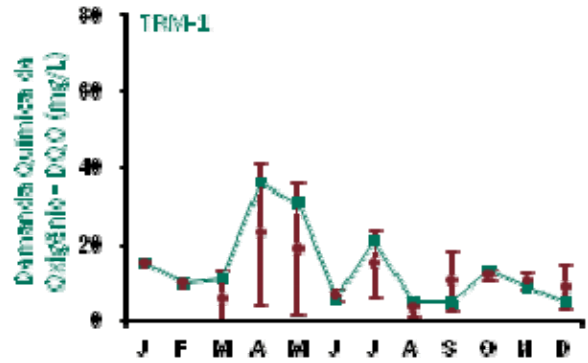


Figura 460: Série histórica e resultados para DQO (TRM-1)

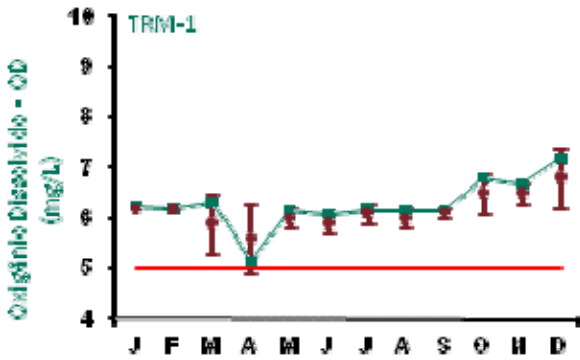


Figura 461: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (TRM-1)

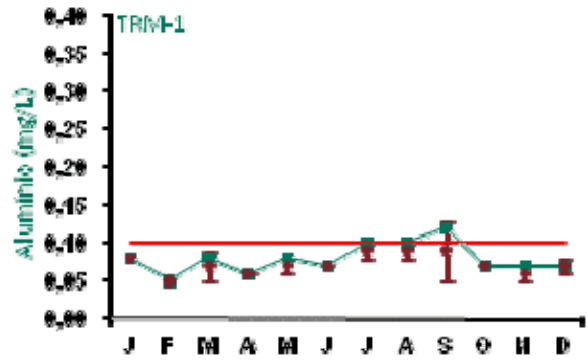


Figura 462: Série histórica e resultados para Alumínio (TRM-1)

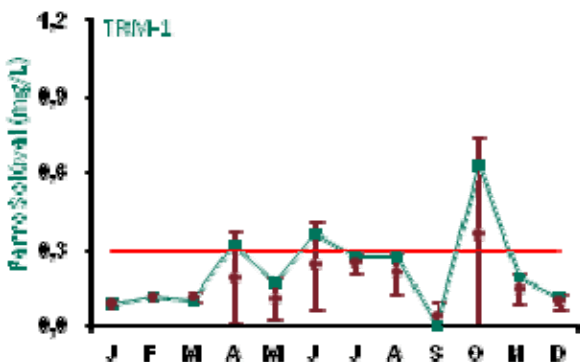


Figura 463: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (TRM-1)

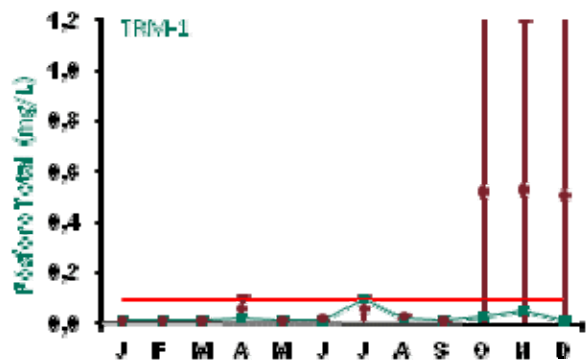


Figura 464: Série histórica e resultados para Fósforo Total (TRM-1)

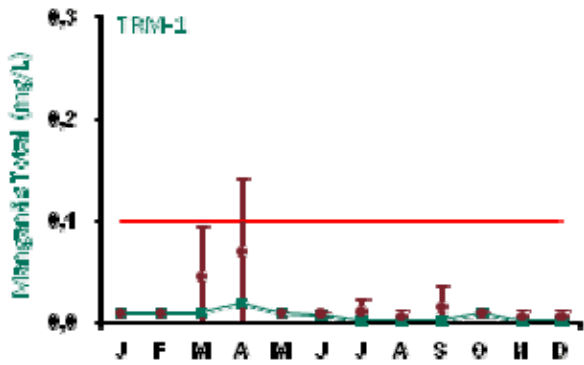


Figura 465: Série histórica e resultados para Manganês Total (TRM-1)

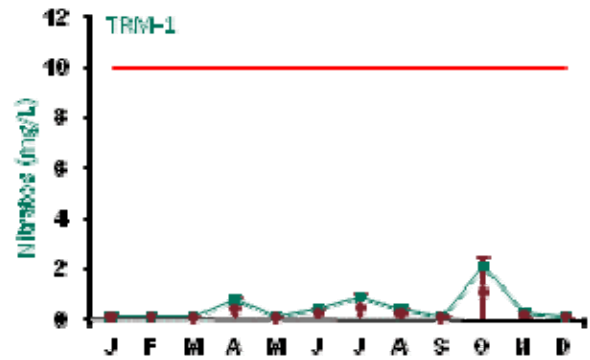


Figura 466: Série histórica e resultados para Nitratos (TRM-1)

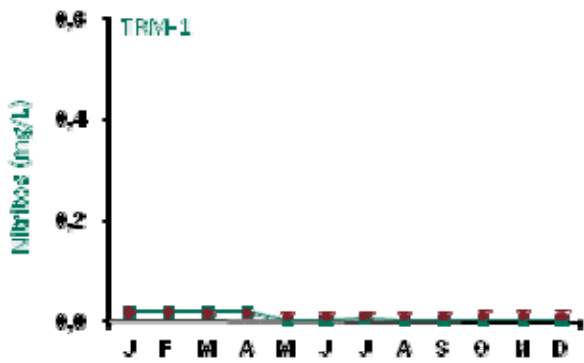


Figura 467: Série histórica e resultados para Nitritos (TRM-1)

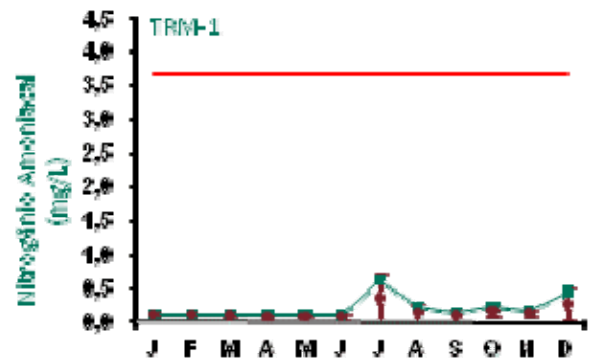


Figura 468: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (TRM-1)

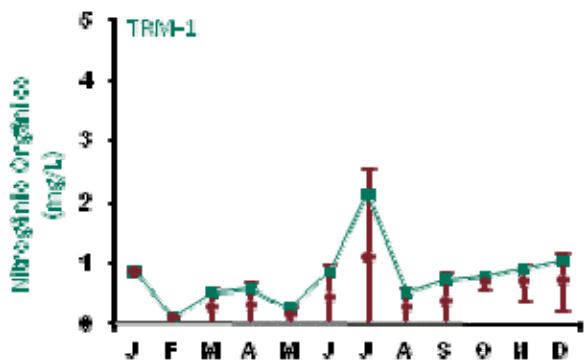


Figura 469: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (TRM-1)

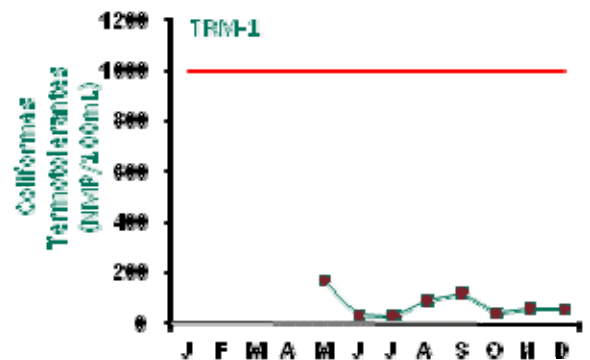


Figura 470: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (TRM-1)

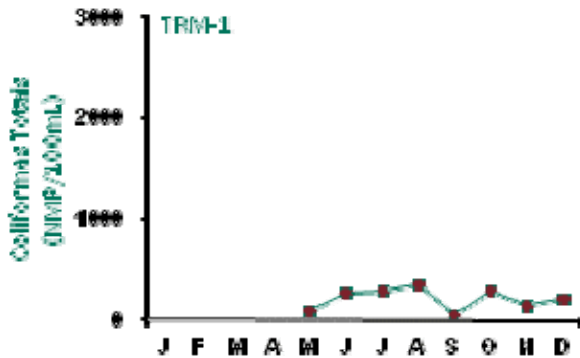


Figura 471: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (TRM-1)

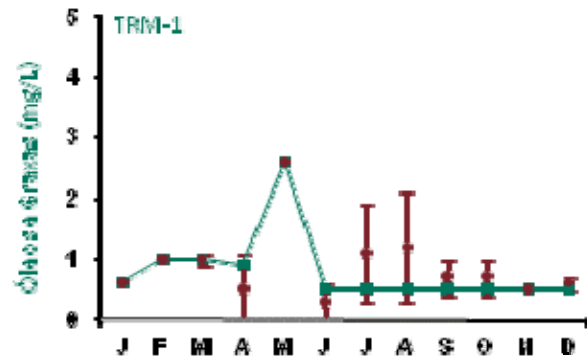


Figura 472: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (TRM-1)

Durante a revisão do programa de monitoramento ambiental, realizado durante o mês abril de 2007 e em cumprimento ao item 3.6.1, do Ofício 024/2008 – COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA, de 17/03/2008, verificou-se a necessidade de se adicionar à malha amostral da sub-bacia do rio Trombetas um ponto na região central do Lago Moura, localizado à margem direita do rio Trombetas. O ponto foi denominado de TRM-1 (Lago Moura) e as amostragens tiveram início em março de 2008, contando, ainda, com poucos dados históricos.

A definição deste ponto deve-se as diferentes características hidrodinâmicas destes ambientes, lênticos (lago) e lóticos (rio), assim como pela influência recebida por este ponto das atividades desenvolvidas pela comunidade local (comunidade Moura) e pela drenagem dos tributários da face norte do platô Monte Branco.

Este ponto caracteriza-se atualmente como referência por estar localizado à montante das atividades de mineração e receber as drenagens do platô Monte Branco, ainda em processo de licenciamento. Os resultados obtidos, mesmo aqueles acima dos limites estabelecidos, servirão de parâmetros para análise da influência das atividades que serão desenvolvidas quando do início das operações no platô Monte Branco.

Os resultados obtidos no monitoramento do ponto TRM-1 apresentam-se, majoritariamente, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH, DBO, alumínio e ferro solúvel. Para tais variáveis verifica-se uma tendência no aumento nos resultados obtidos durante o período de chuvas na região.

Praticamente todos os valores de pH encontram-se dentro da faixa admissível para corpos hídricos enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005. A variável pH esteve fora da faixa de 6-9 apenas nos meses de junho e julho.

A variável DBO ficou acima do limite legal nos meses de novembro e dezembro. Ferro solúvel excedeu o limite nos meses de abril, junho e outubro, enquanto que alumínio esteve fora do limite legal no mês de setembro.

Coliformes termotolerantes e coliformes totais não apresentaram resultados entre janeiro e abril, pois o monitoramento destas variáveis só passou a ser mensal a partir de maio.

Com relação aos dados da série histórica apresentados nos gráficos, os valores encontrados não apresentaram variações com relação aos anos anteriores.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L. Logo, pode-se observar grande variabilidade na barra de erros do desvio-padrão, devendo esta diferença ser associada aos aspectos metodológicos.



■ Ponto de Monitoramento L.URB-1

A partir da Figura 473 até a Figura 492 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto L.URB-1.

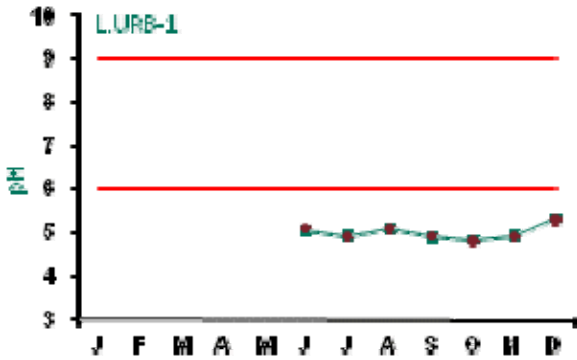


Figura 473: Série histórica e resultados para pH (L.URB-1)

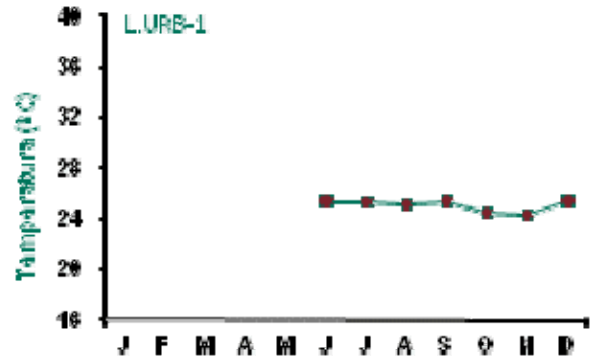


Figura 474: Série histórica e resultados para Temperatura (L.URB-1)

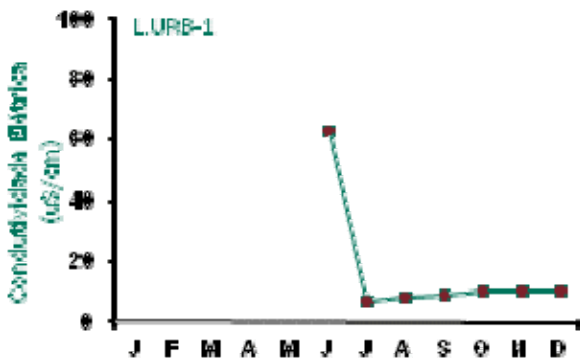


Figura 475: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (L.URB-1)

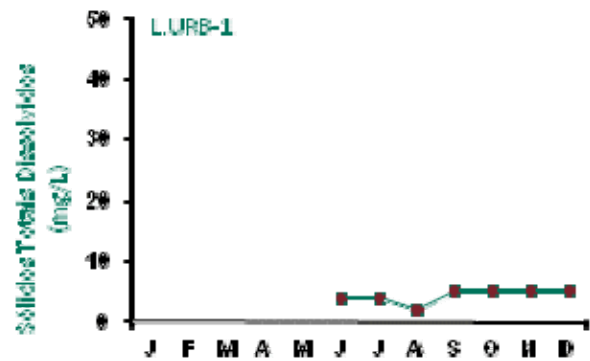


Figura 476: Série histórica e resultados para Sólidos Totais Dissolvidos (L.URB-1)

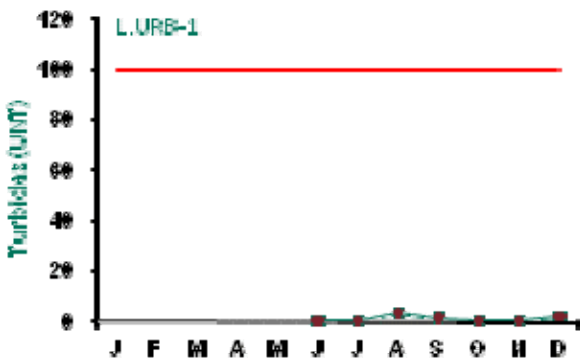


Figura 477: Série histórica e resultados para Turbidez (L.URB-1)

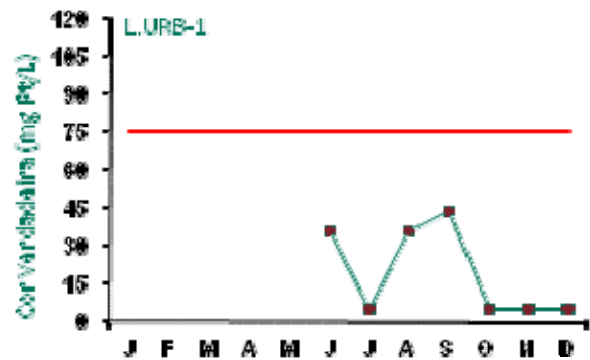


Figura 478: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (L.URB-1)

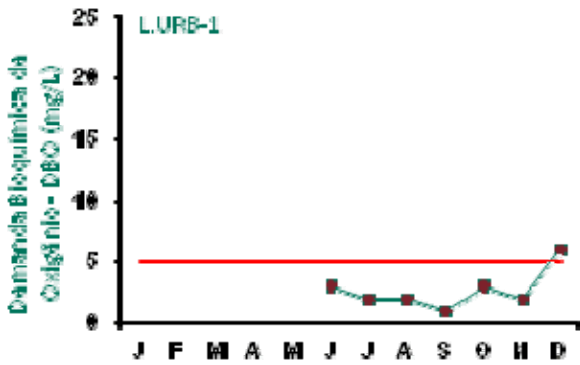


Figura 479: Série histórica e resultados para DBO (L.URB-1)

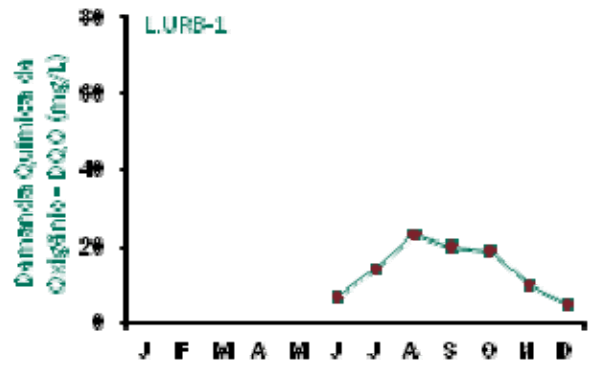


Figura 480: Série histórica e resultados para DQO (L.URB-1)

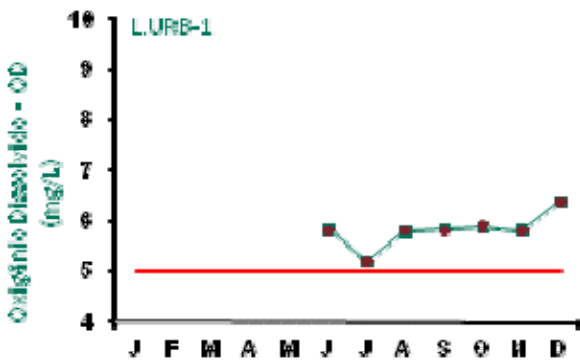


Figura 481: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (L.URB-1)

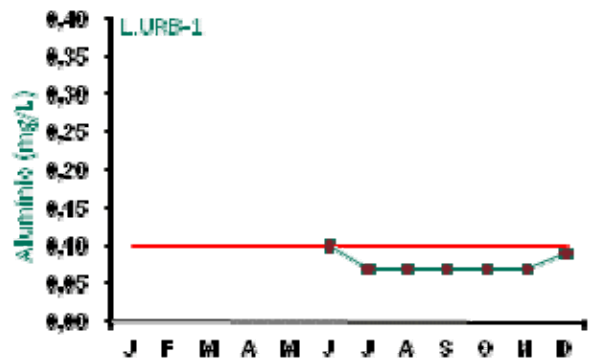


Figura 482: Série histórica e resultados para Alumínio (L.URB-1)

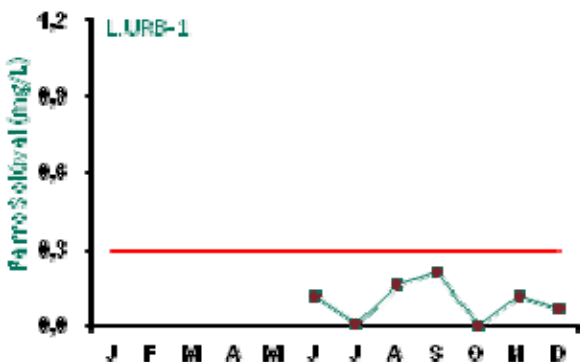


Figura 483: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (L.URB-1)

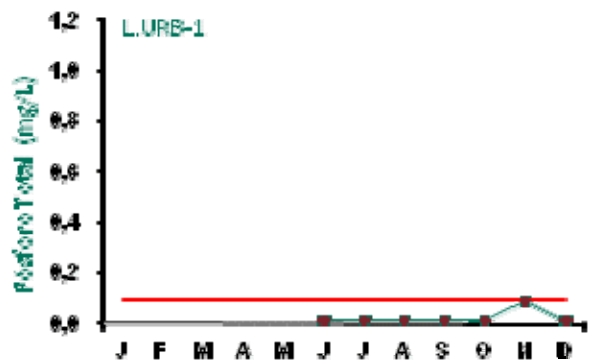


Figura 484: Série histórica e resultados para Fósforo Total (L.URB-1)

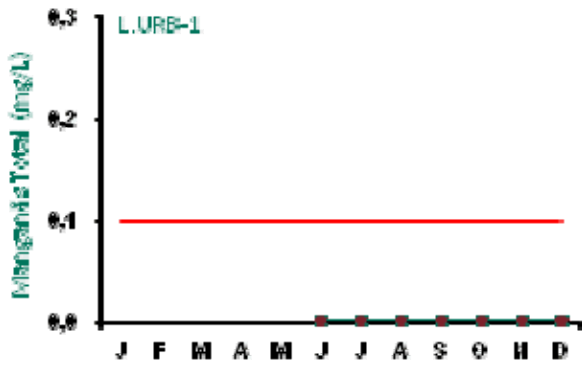


Figura 485: Série histórica e resultados para Manganês Total (L.URB-1)

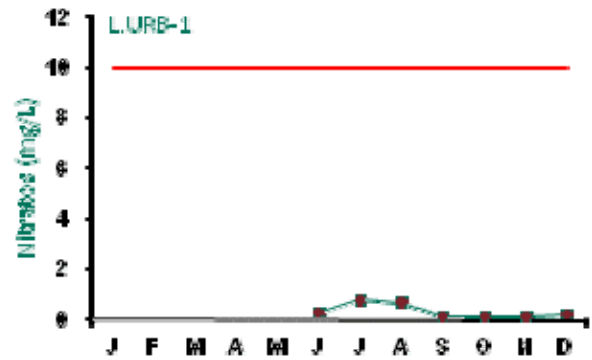


Figura 486: Série histórica e resultados para Nitratos (L.URB-1)

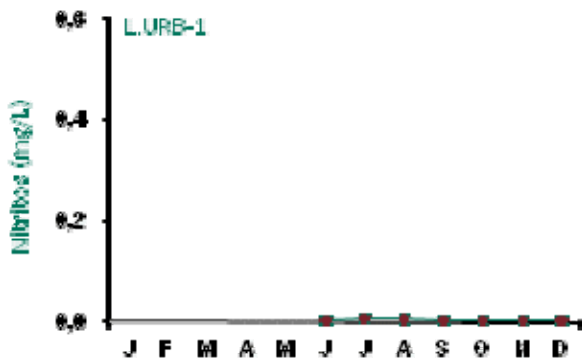


Figura 487: Série histórica e resultados para Nitritos (L.URB-1)

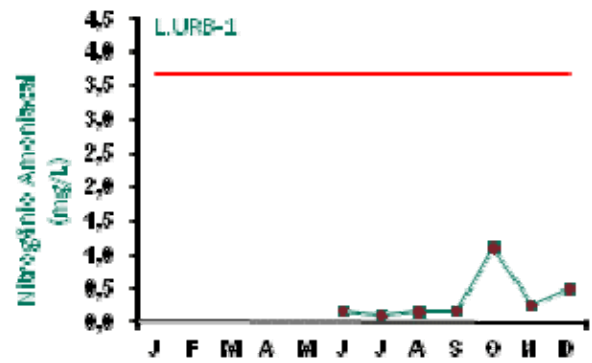


Figura 488: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (L.URB-1)

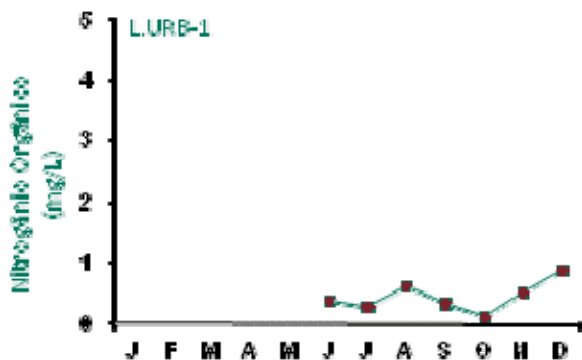


Figura 489: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (L.URB-1)

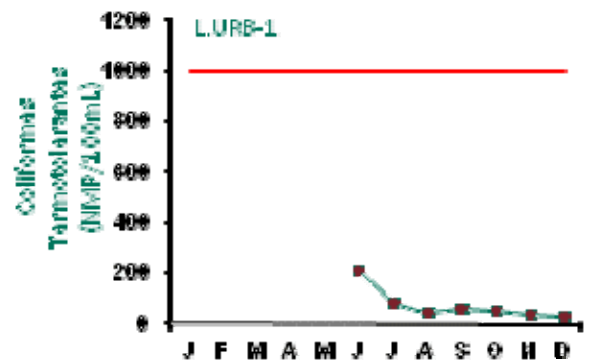


Figura 490: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (L.URB-1)

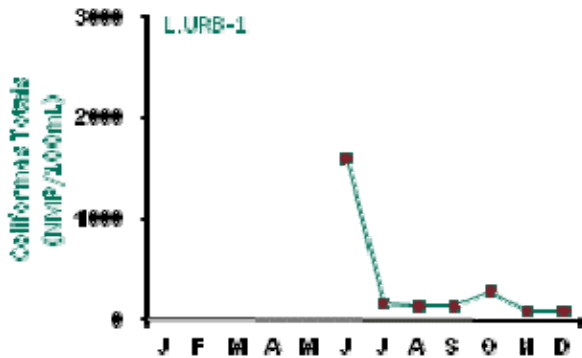


Figura 491: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (L.URB-1)

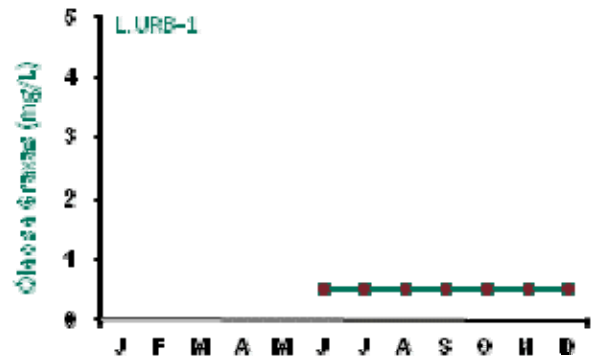


Figura 492: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (L.URB-1)

O monitoramento do ponto L.URB-1 iniciou-se no mês de junho de 2009, portanto não possui séries históricas nem resultados de nenhuma das variáveis analisadas entre janeiro e maio.

Este ponto de monitoramento L.URB-1 (referência) apresentou resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto para pH e DBO.

Os resultados obtidos para pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características naturais da região. Já DBO ultrapassou o limite legal no mês de dezembro.

Considerando que não há lançamento de efluentes orgânicos neste ponto os desvios relativos a DBO não foram relacionados as atividades do Empreendimento.



■ Ponto de Monitoramento L.URB-2

A partir da Figura 493 até a Figura 512 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água superficial do ponto L.URB-2.

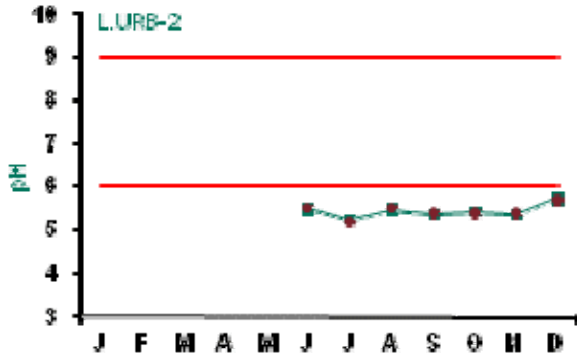


Figura 493: Série histórica e resultados para pH (L.URB-2)

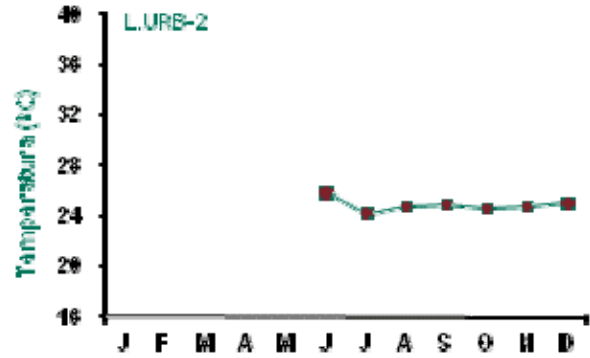


Figura 494: Série histórica e resultados para Temperatura (L.URB-2)

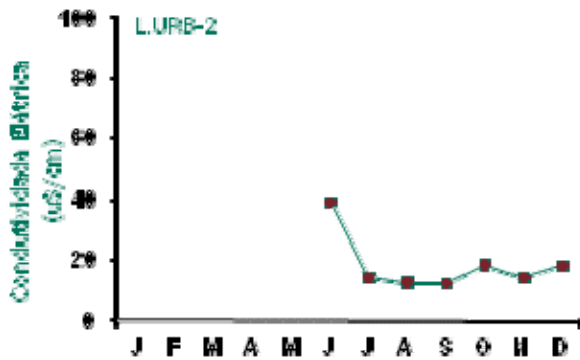


Figura 495: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (L.URB-2)

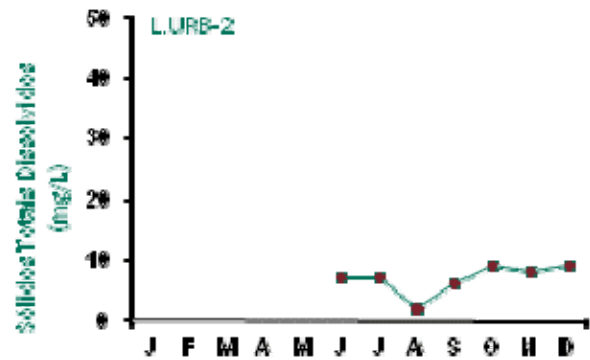


Figura 496: Série histórica e resultados Sólidos Totais Dissolvidos (L.URB-2)

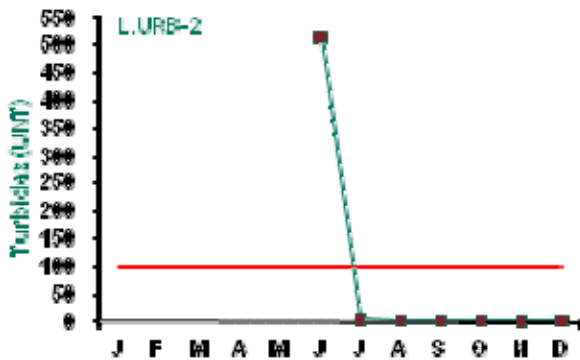


Figura 497: Série histórica e resultados para Turbidez (L.URB-2)

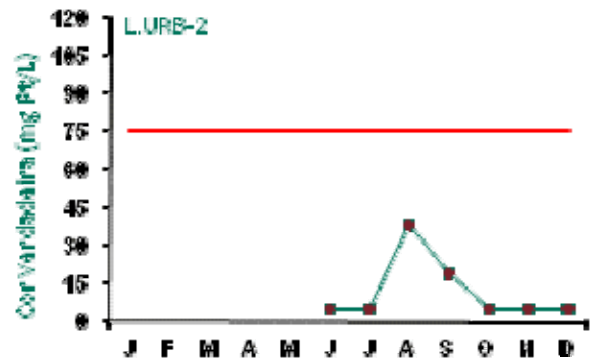


Figura 498: Série histórica e resultados para Cor Verdadeira (L.URB-2)

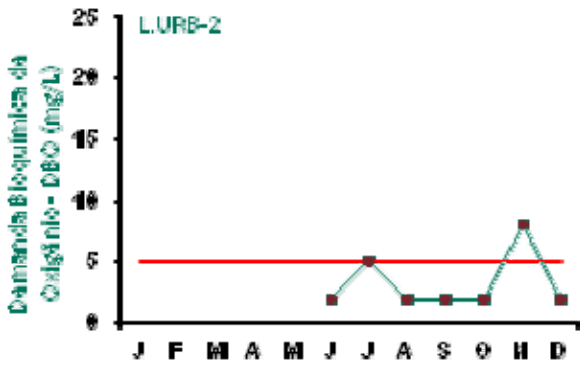


Figura 499: Série histórica e resultados para DBO (L.URB-2)

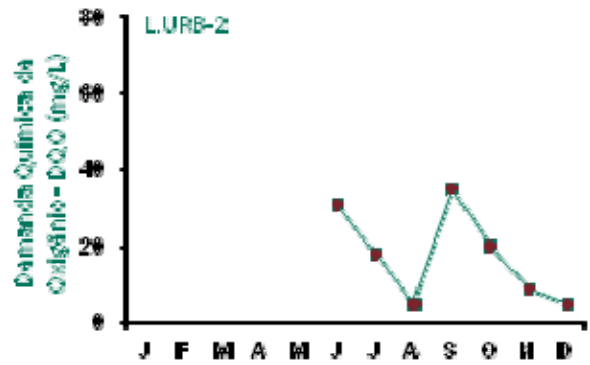


Figura 500: Série histórica e resultados para DQO (L.URB-2)

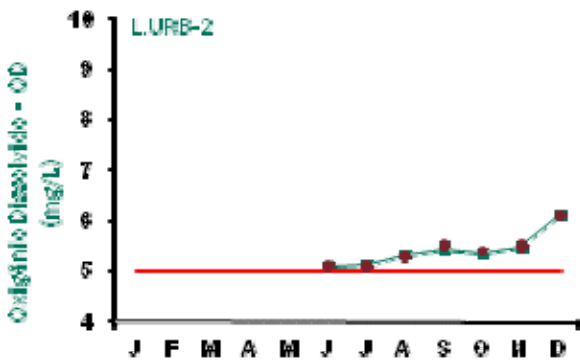


Figura 501: Série histórica e resultados para Oxigênio Dissolvido (L.URB-2)

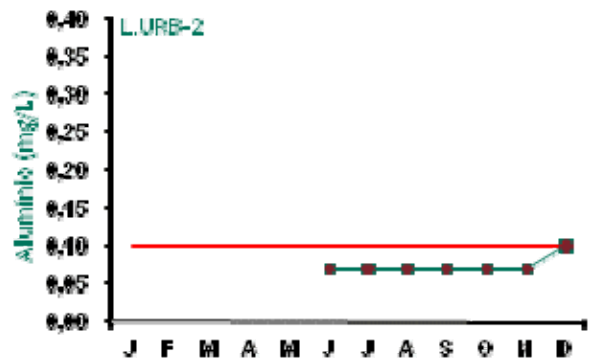


Figura 502: Série histórica e resultados para Alumínio (L.URB-2)

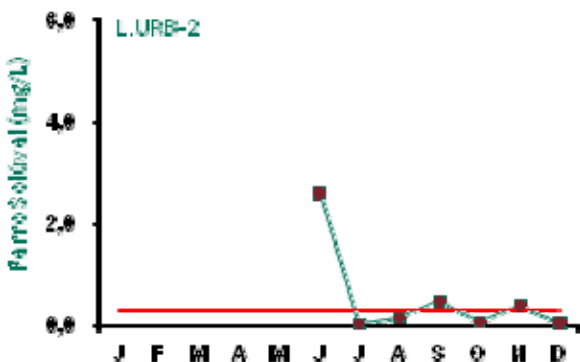


Figura 503: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (L.URB-2)

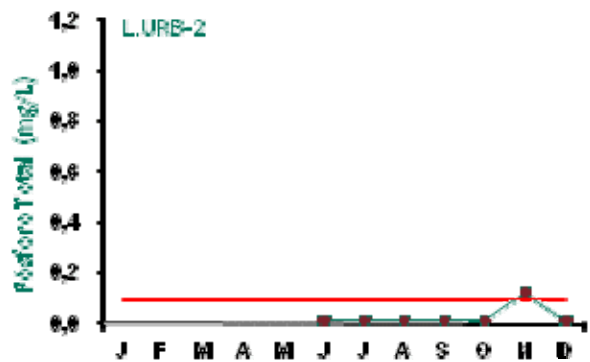


Figura 504: Série histórica e resultados para Fósforo Total (L.URB-2)

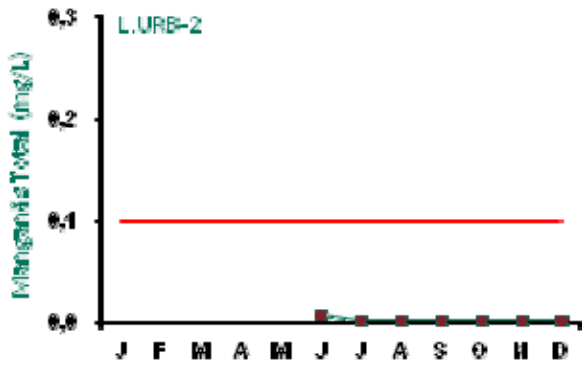


Figura 505: Série histórica e resultados para Manganês Total (L.URB-2)

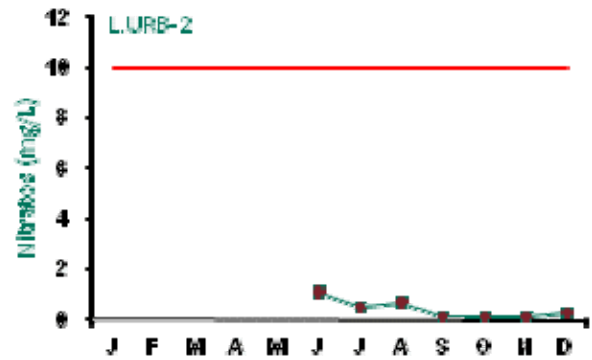


Figura 506: Série histórica e resultados para Nitratos (L.URB-2)

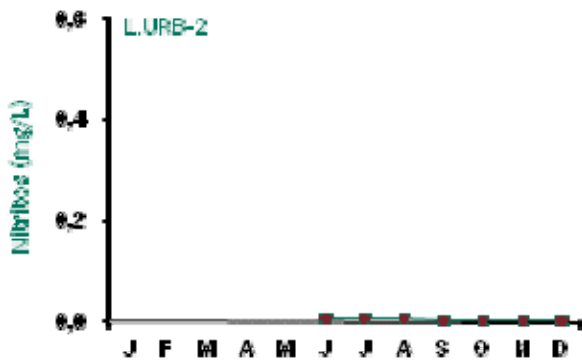


Figura 507: Série histórica e resultados para Nitritos (L.URB-2)

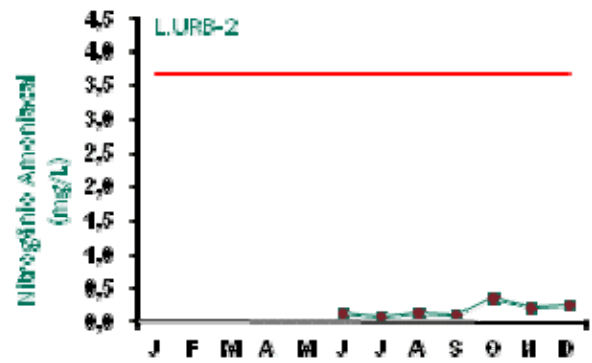


Figura 508: Série histórica e resultados para Nitrogênio Amoniaco (L.URB-2)

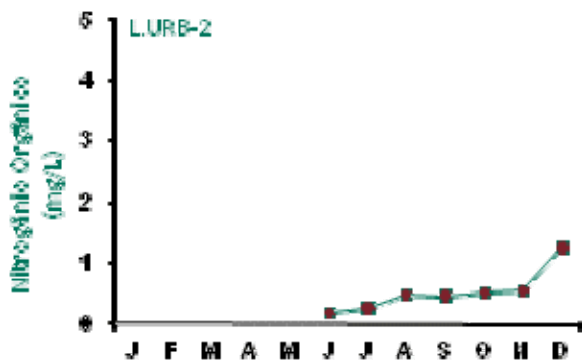


Figura 509: Série histórica e resultados para Nitrogênio Orgânico (L.URB-2)

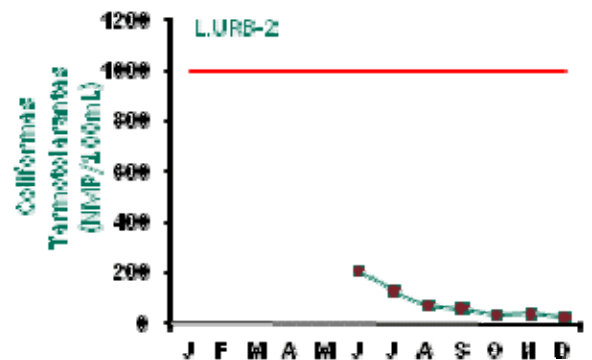


Figura 510: Série histórica e resultados para Coliformes Termotolerantes (L.URB-2)

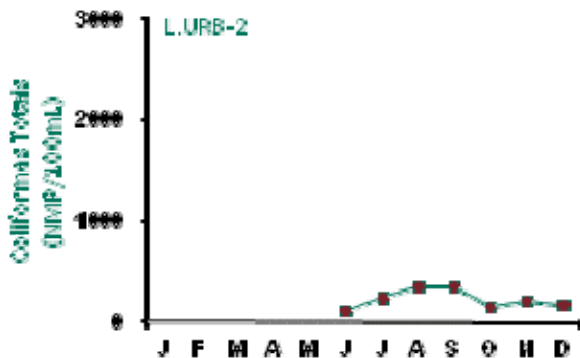


Figura 511: Série histórica e resultados para Coliformes Totais (L.URB-2)

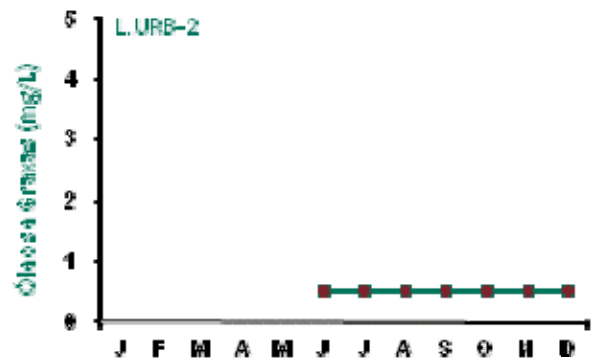


Figura 512: Série histórica e resultados para Óleos e Graxas (L.URB-2)

O monitoramento do ponto L.URB-2 também iniciou-se no mês de junho de 2009, portanto não possui séries históricas nem resultados de nenhuma das variáveis analisadas entre janeiro e maio.

Este ponto apresentou resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, exceto pH, turbidez, DBO, ferro solúvel e fósforo total.

Os resultados obtidos para pH estão abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação devido às características naturais da região. Já a turbidez excedeu o limite no mês de junho, ferro solúvel não atendeu a Resolução CONAMA 357/2005 nos meses de junho, setembro e novembro e fósforo total ultrapassou o limite legal no mês de novembro.

Com relação às variáveis turbidez, ferro solúvel e fósforo total, os valores que ficaram acima dos limites estipulados pela legislação foram influenciadas pelo lançamento de efluentes neste ponto. Após esta constatação foram tomadas ações no intuito de mitigar e/ou eliminar as não conformidades.

A principal ação foi à construção da escada d'água Maracanã e do extravasor do TP1. Este extravasor e escada ficam do lado oposto ao Lago Urbano, possibilitando maior flexibilidade operacional do sistema de rejeito onde seja priorizado o efluente do TP1.

O TP1 funciona como um grande clarificador por ser um reservatório de água com o extravasor na cota 200 m vertendo para escada do Maracanã. Já o TP2 é um reservatório de rejeito diluído com o extravasor na cota 201 m vertendo para o Lago Urbano e, se necessário, vertendo para a escada do Lago Urbano. O TP1 e TP2 são vasos comunicantes, o que possibilita priorizar descarte de água para o lado do TP1 através da escada do Maracanã com uma água de melhor qualidade.

Outras ações que devem contribuir para melhoria das condições da qualidade da água neste ponto são o maior controle operacional de água nos reservatórios de rejeito, limpeza dos canais e lagos e a construção de filtros intermediários (entre os SP e Lago Urbano).



9.5 Índice de Qualidade da Água – IQA

O IQA foi calculado para todos os meses e em todos os pontos onde as variáveis que compõem o IQA estavam completas, isto é, o índice de qualidade da água (IQA) só foi calculado quando todas as nove foram analisadas. O IQA é apresentado nas Tabela 23 a Tabela 34.

Tabela 23: IQA para o mês de janeiro de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes antes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
TRT-1	6,21	27,00	6,35	3,00	0,49	0,01	1,84	6,00	30,80	81,24	Ótima
TRT-5	6,82	80,00	6,82	4,00	0,87	0,01	2,33	6,00	31,10	79,36	Ótima
TRT-6	6,91	140,00	6,91	5,00	1,42	0,01	3,04	5,00	31,60	77,04	Boa
TRT-7	6,78	130,00	6,78	7,00	0,75	0,01	3,48	7,00	32,00	74,97	Boa
TRT-8	6,37	170,00	6,77	3,00	0,58	0,01	1,33	5,00	30,80	77,77	Boa
SA-1	5,89	49,00	5,02	2,00	0,41	0,02	1,88	4,00	26,10	70,79	Boa
SA-2	5,86	70,00	4,97	3,00	0,64	0,01	1,93	5,00	26,20	68,83	Boa
SA-3	5,94	33,00	4,96	2,00	0,48	0,01	0,94	4,00	25,00	71,18	Boa
SA-4	5,71	22,00	5,34	3,00	0,51	0,01	2,16	5,00	28,40	73,38	Boa
SAZ-1	5,88	79,00	4,89	2,00	0,63	0,01	1,23	4,00	25,50	68,50	Boa
SAZ-2	5,91	31,00	4,92	4,00	0,57	0,01	1,84	5,00	25,40	69,45	Boa
AL-1	5,98	11,00	4,96	2,00	0,53	0,01	1,84	4,00	25,00	73,71	Boa
AL-2	5,74	49,00	5,05	4,00	0,85	0,01	2,88	5,00	27,00	69,12	Boa
AL-3	6,10	58,00	4,84	2,00	0,53	0,01	1,23	4,00	24,80	69,16	Boa

Tabela 24: IQA para o mês de fevereiro de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes antes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
TRT-1	6,08	22,00	6,46	3,00	0,32	0,01	1,93	5,00	28,30	82,03	Ótima
TRT-5	6,26	80,00	6,63	6,00	0,32	0,01	2,44	5,00	30,40	77,16	Boa
TRT-6	6,11	130,00	6,77	8,00	0,32	0,01	3,20	6,00	30,10	73,05	Boa
TRT-7	6,03	900,00	6,83	8,00	0,32	0,01	3,42	9,00	30,20	67,39	Boa
TRT-8	6,32	9,00	6,58	5,00	0,32	0,01	1,88	5,00	30,30	83,59	Ótima

Tabela 25: IQA para o mês de março de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes antes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
TRT-1	6,14	50,00	6,40	4,00	1,12	0,01	2,20	5,00	30,10	77,15	Boa
TRT-5	6,31	30,00	6,53	5,00	1,22	0,01	2,58	5,00	30,80	79,47	Ótima
TRT-6	6,34	110,00	6,41	8,00	0,92	0,01	3,84	6,00	30,60	72,61	Boa
TRT-7	6,26	80,00	6,37	12,00	1,42	0,07	5,13	9,00	31,00	69,21	Boa
TRT-8	6,37	34,00	6,21	4,00	0,89	0,01	2,66	5,00	30,80	77,80	Boa
SA-1	5,76	21,00	5,16	3,00	0,65	0,01	14,13	5,00	25,00	68,18	Boa
SA-2	5,81	17,00	5,26	4,00	0,86	0,01	18,40	6,00	25,20	68,33	Boa
SA-3	5,88	17,00	4,91	2,00	0,92	0,01	2,36	4,00	24,60	70,37	Boa



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-4	5,74	15,00	5,66	3,00	0,69	0,01	3,18	7,00	24,70	74,41	Boa
SAZ-1	5,74	14,00	4,90	3,00	0,47	0,01	1,31	4,00	25,00	69,75	Boa
SAZ-2	5,71	17,00	5,05	5,00	0,50	0,01	1,96	5,00	25,10	68,73	Boa
AL-1	5,66	22,00	4,74	3,00	0,58	0,01	3,24	4,00	24,80	67,98	Boa
AL-2	5,89	22,00	4,98	4,00	0,77	0,01	8,84	5,00	26,60	69,08	Boa
AL-3	5,79	170,00	4,96	2,00	0,68	0,01	1,38	4,00	24,60	65,02	Boa

Tabela 26: IQA para o mês de abril de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
TRT-5	6,43	40,00	6,41	4,00	0,58	0,01	4,61	6,00	30,80	77,95	Boa
TRT-6	6,43	94,00	6,44	4,00	0,89	0,02	6,13	7,00	30,80	75,27	Boa
TRT-7	6,58	170,00	6,58	8,00	0,80	0,02	8,56	9,00	30,00	70,66	Boa

Tabela 27: IQA para o mês de maio de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
TRT-1	6,31	22,00	6,08	5,00	0,51	0,01	3,09	6,00	29,40	77,33	Boa
TRT-2	6,34	17,00	6,10	5,00	0,72	0,01	4,15	6,00	28,20	76,67	Boa
TRT-3	6,18	70,00	6,14	6,00	1,43	0,01	3,16	5,00	29,80	72,76	Boa
TRT-4	6,08	17,00	6,28	5,00	0,80	0,01	4,83	6,00	30,10	77,56	Boa
TRT-5	6,32	170,00	6,24	4,00	0,51	0,01	3,98	7,00	30,40	74,12	Boa
TRT-6	6,47	70,00	6,32	8,00	0,79	0,01	5,80	7,00	30,20	72,46	Boa
TRT-7	6,03	280,00	6,43	10,00	1,96	0,01	7,31	11,00	30,30	66,26	Boa
TRT-8	6,10	22,00	6,33	4,00	0,76	0,01	3,91	5,00	29,80	78,34	Boa
AF-1	5,81	46,00	5,13	3,00	1,25	0,01	2,08	4,00	27,50	70,06	Boa
AF-2	5,96	49,00	5,93	3,00	0,53	0,01	3,05	5,00	28,90	76,12	Boa
F-1	5,08	120,00	6,11	5,00	1,95	0,01	9,32	17,00	24,30	69,34	Boa
TRM-1	6,15	170,00	6,08	4,00	0,46	0,01	4,12	5,00	29,30	71,62	Boa
SA-1	5,76	6,80	5,08	3,00	1,17	0,01	6,19	5,00	25,90	72,35	Boa
SA-2	5,72	4,50	4,96	3,00	0,98	0,01	14,82	4,00	25,60	69,80	Boa
SA-3	5,91	17,00	5,96	4,00	0,88	0,01	2,94	5,00	25,90	77,66	Boa
SA-4	6,08	21,00	5,74	5,00	0,57	0,01	4,38	6,00	27,10	73,76	Boa
SAZ-1	5,78	11,00	4,93	2,00	0,58	0,01	2,17	5,00	25,00	71,13	Boa
SAZ-2	5,85	12,00	4,98	4,00	0,52	0,01	2,47	4,00	25,00	70,43	Boa
AL-1	5,78	14,00	5,21	3,00	0,55	0,01	2,33	5,00	24,60	71,65	Boa
AL-2	5,97	21,00	5,27	3,00	0,47	0,01	2,88	4,00	25,80	73,41	Boa
AL-3	5,86	22,00	5,06	3,00	0,78	0,01	1,12	4,00	24,80	70,49	Boa



Tabela 28: IQA para o mês de junho de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-1	5,49	11,00	5,11	3,00	1,17	0,01	20,70	4,00	25,30	69,50	Boa
SA-2	5,38	33,00	5,18	2,00	1,01	0,01	16,00	4,00	25,80	69,19	Boa
SA-3	5,81	20,00	5,03	6,00	0,77	0,01	1,13	4,00	24,80	67,68	Boa
SA-4	5,17	22,00	5,37	6,00	1,23	0,01	1,65	5,00	26,70	69,50	Boa
SAZ-1	5,91	14,00	5,28	2,00	1,12	0,01	1,84	4,00	24,80	74,20	Boa
SAZ-2	5,84	1,80	5,32	3,00	0,67	0,01	2,08	4,00	24,60	76,69	Boa
AL-1	5,86	79,00	5,08	4,00	0,44	0,01	0,46	4,00	24,10	66,56	Boa
AL-2	5,89	58,00	5,17	4,00	0,64	0,01	0,40	5,00	24,80	68,88	Boa
AL-3	5,74	17,00	4,96	5,00	0,63	0,01	1,81	3,00	24,00	68,98	Boa
L.URB-1	5,82	210,00	5,06	3,00	0,83	0,01	0,40	4,00	25,30	65,45	Boa
L.URB-2	5,09	210,00	5,49	2,00	1,41	0,01	514,00	7,00	25,80	52,50	Boa
TRT-1	6,36	22,00	6,19	4,00	0,71	0,01	3,01	5,00	28,20	77,77	Boa
TRT-2	6,39	32,00	6,13	5,00	0,78	0,01	1,83	6,00	18,20	75,85	Boa
TRT-3	6,28	33,00	6,22	4,00	0,94	0,01	2,07	5,00	29,10	77,35	Boa
TRT-4	6,18	58,00	6,31	4,00	1,83	0,01	3,05	5,00	29,20	75,51	Boa
TRT-5	6,20	79,00	6,28	5,00	1,11	0,01	2,30	6,00	30,10	75,00	Boa
TRT-6	6,44	40,00	6,27	6,00	1,35	0,03	3,77	5,00	28,80	75,84	Boa
TRT-7	6,08	220,00	6,24	8,00	0,82	0,01	2,97	5,00	28,40	69,84	Boa
TRT-8	6,27	33,00	6,33	4,00	0,91	0,01	3,05	4,00	29,30	77,91	Boa
AF-1	5,16	38,00	5,87	3,00	0,89	0,01	1,56	4,00	30,10	73,69	Boa
AF-2	5,66	47,00	6,04	4,00	0,75	0,01	2,92	5,00	29,90	74,13	Boa
TRM-1	6,08	32,00	5,93	5,00	1,32	0,01	3,74	6,00	27,80	74,87	Boa

Tabela 29: IQA para o mês de julho de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-1	5,61	46,00	5,08	2,00	1,00	0,01	2,09	5,00	25,10	69,69	Boa
SA-2	5,74	63,00	5,14	3,00	0,82	0,01	3,14	5,00	25,40	67,69	Boa
SA-3	5,73	58,00	4,89	2,00	1,95	0,01	0,70	4,00	24,80	67,01	Boa
SA-4	5,28	49,00	5,28	5,00	2,81	0,01	0,40	6,00	26,50	68,84	Boa
SAZ-1	5,88	140,00	5,21	5,00	1,02	0,01	1,71	4,00	24,60	65,31	Boa
SAZ-2	5,78	63,00	5,19	5,00	3,26	0,01	1,38	5,00	25,10	66,00	Boa
AL-1	5,79	33,00	5,12	4,00	2,24	0,01	0,43	4,00	24,80	68,23	Boa
AL-2	5,79	23,00	5,13	4,00	2,23	0,01	0,46	6,00	25,90	70,64	Boa
AL-3	5,61	63,00	4,92	3,00	3,13	0,01	0,80	4,00	24,60	67,15	Boa
L.URB-1	5,20	84,00	4,93	2,00	1,17	0,01	0,40	4,00	25,20	65,39	Boa
L.URB-2	5,13	130,00	5,22	5,00	0,85	0,01	3,94	7,00	24,20	65,02	Boa



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
TRT-1	6,28	70,00	6,11	5,00	1,39	0,01	2,15	6,00	29,80	74,68	Boa
TRT-2	6,23	90,00	6,08	6,00	2,06	0,10	1,50	5,00	30,10	71,95	Boa
TRT-3	6,31	90,00	6,18	4,00	1,06	0,01	2,55	7,00	30,80	75,48	Boa
TRT-4	6,24	70,00	6,27	4,00	0,43	0,10	1,52	6,00	30,30	76,34	Boa
TRT-5	6,22	79,00	6,21	5,00	1,59	0,01	1,50	5,00	30,00	74,66	Boa
TRT-6	6,38	130,00	6,14	8,00	2,35	0,01	1,60	6,00	31,40	69,95	Boa
TRT-7	6,17	210,00	6,10	10,00	1,46	0,01	1,66	7,00	31,60	68,06	Boa
TRT-8	6,25	43,00	6,28	3,00	13,87	0,01	1,64	6,00	29,40	71,80	Boa
AF-1	5,36	43,00	6,22	3,00	1,00	1,00	1,09	6,00	28,30	69,07	Boa
AF-2	5,88	63,00	6,08	5,00	1,29	0,10	0,81	7,00	29,50	74,06	Boa
TRM-1	6,17	31,00	5,81	3,00	3,64	0,10	0,94	5,00	28,40	74,60	Boa

Tabela 30: IQA para o mês de agosto de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-1	5,78	49,00	5,48	3,00	1,26	0,01	2,84	4,00	24,80	70,20	Boa
SA-2	5,81	94,00	5,56	4,00	2,18	0,02	1,90	5,00	24,80	68,25	Boa
SA-3	5,84	31,00	5,27	2,00	1,35	0,02	1,08	4,00	24,40	70,99	Boa
SA-4	5,38	27,00	5,18	4,00	1,11	0,01	0,40	6,00	28,10	69,50	Boa
SAZ-1	5,72	46,00	5,08	3,00	0,83	0,01	0,75	5,00	25,00	68,43	Boa
SAZ-2	5,79	49,00	5,27	4,00	0,79	0,03	1,73	5,00	25,80	69,71	Boa
AL-1	5,69	46,00	5,15	2,00	0,81	0,01	0,69	4,00	24,60	70,32	Boa
AL-2	5,72	79,00	5,31	3,00	1,30	0,01	0,58	5,00	25,40	68,52	Boa
AL-3	5,68	79,00	5,33	2,00	1,09	0,03	0,78	4,00	24,20	70,50	Boa
L.URB-1	5,78	43,00	5,11	2,00	1,45	0,01	3,32	2,00	25,10	68,84	Boa
L.URB-2	5,33	73,00	5,48	2,00	1,32	0,01	2,18	2,00	24,80	69,43	Boa
TRT-1	6,17	43,00	6,56	4,00	0,91	0,01	1,69	6,00	29,10	78,55	Boa
TRT-2	6,08	70,00	6,74	4,00	1,13	0,02	1,15	6,00	29,80	78,15	Boa
TRT-3	6,21	79,00	6,71	5,00	1,15	0,02	0,93	6,00	29,20	76,74	Boa
TRT-4	6,29	130,00	6,81	3,00	1,13	0,01	1,90	6,00	29,40	78,25	Boa
TRT-5	6,80	130,00	6,80	4,00	1,43	0,02	1,61	5,00	29,20	77,79	Boa
TRT-6	6,20	240,00	6,69	6,00	0,93	0,03	1,30	7,00	29,40	72,54	Boa
TRT-7	6,34	63,00	6,73	5,00	0,96	0,03	1,33	7,00	29,30	78,60	Boa
TRT-8	6,28	63,00	6,55	3,00	1,09	0,01	2,13	5,00	29,20	78,46	Boa
AF-1	5,78	31,00	6,81	2,00	1,02	0,03	1,75	4,00	28,00	81,91	Ótima
AF-2	5,96	79,00	6,71	4,00	2,35	0,01	1,68	6,00	30,10	77,80	Boa
TRM-1	6,14	94,00	6,72	5,00	1,13	0,02	0,78	6,00	28,30	77,56	Boa



Tabela 31: IQA para o mês de setembro de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-1	5,69	43,00	5,41	3,00	2,01	0,01	2,59	4,00	25,20	69,88	Boa
SA-2	5,74	58,00	5,52	4,00	1,35	0,01	2,38	4,00	25,60	69,74	Boa
SA-3	5,81	43,00	5,32	3,00	1,21	0,01	1,55	4,00	24,20	69,86	Boa
SA-4	5,41	39,00	5,23	5,00	1,00	0,01	0,40	5,00	28,80	69,29	Boa
SAZ-1	5,68	130,00	5,10	3,00	3,71	0,01	1,45	5,00	24,30	65,89	Boa
SAZ-2	5,82	63,00	5,24	4,00	2,08	0,01	2,05	5,00	25,10	67,79	Boa
AL-1	5,73	70,00	5,08	4,00	0,96	0,01	0,80	3,00	25,20	66,58	Boa
AL-2	5,78	84,00	5,37	6,00	1,04	0,01	0,56	4,00	25,00	66,63	Boa
AL-3	5,61	39,00	5,28	2,00	1,53	0,01	1,29	4,00	25,10	71,40	Boa
L.URB-1	5,83	58,00	4,89	1,00	0,59	0,01	1,49	5,00	25,30	69,03	Boa
L.URB-2	5,46	63,00	5,38	2,00	0,66	0,01	1,49	6,00	24,90	71,77	Boa
TRT-1	6,17	70,00	6,56	4,00	0,70	0,01	0,40	6,00	29,10	77,67	Boa
TRT-2	6,08	73,00	6,74	4,00	1,36	0,01	0,41	6,00	29,80	78,25	Boa
TRT-3	6,21	84,00	6,71	5,00	1,15	0,02	0,40	6,00	29,20	76,72	Boa
TRT-4	6,24	63,00	6,81	3,00	1,33	0,01	2,09	6,00	29,40	79,69	Ótima
TRT-5	6,12	84,00	6,80	4,00	0,72	0,01	2,13	5,00	29,20	78,24	Boa
TRT-6	6,20	170,00	6,69	6,00	0,54	0,01	0,40	7,00	29,40	74,15	Boa
TRT-7	6,34	220,00	6,73	5,00	2,18	0,01	1,47	7,00	29,30	74,60	Boa
TRT-8	6,28	63,00	6,55	3,00	0,94	0,01	0,40	5,00	29,20	78,99	Boa
AF-1	5,78	79,00	6,81	2,00	0,86	0,01	1,09	4,00	28,00	79,79	Ótima
AF-2	5,96	94,00	6,71	4,00	0,80	0,01	2,07	6,00	30,10	77,87	Boa
TRM-1	6,14	120,00	6,72	5,00	0,96	0,01	0,76	6,00	28,30	77,03	Boa

Tabela 32: IQA para o mês de outubro de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-1	5,48	84,00	5,22	3,00	2,50	0,03	1,99	5,00	24,80	68,27	Boa
SA-2	5,57	70,00	5,41	3,00	1,96	0,01	1,92	5,00	25,00	70,29	Boa
SA-3	5,39	46,00	5,28	3,00	5,90	0,01	0,77	4,00	24,50	67,31	Boa
SA-4	5,31	49,00	5,19	4,00	1,64	0,01	1,65	4,00	26,10	69,00	Boa
SAZ-1	5,74	48,00	5,12	6,00	1,51	0,01	1,29	5,00	24,80	65,99	Boa
SAZ-2	5,94	63,00	5,19	10,00	2,48	0,01	1,24	6,00	25,30	64,64	Boa
AL-1	5,81	38,00	5,05	10,00	2,23	0,01	0,62	5,00	24,80	63,11	Boa
AL-2	5,84	39,00	5,28	10,00	1,65	0,02	0,54	5,00	25,40	65,77	Boa
AL-3	5,58	33,00	5,21	3,00	1,90	0,01	1,32	5,00	24,30	71,23	Boa
L.URB-1	5,87	49,00	4,83	3,00	1,30	0,01	0,54	5,00	24,40	66,68	Boa
L.URB-2	5,36	38,00	5,43	2,00	0,96	0,01	0,88	9,00	24,60	71,37	Boa



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
TRT-1	6,38	70,00	6,14	4,00	4,43	0,03	1,84	6,00	28,10	73,04	Boa
TRT-2	6,58	79,00	6,26	5,00	1,82	0,01	1,86	9,00	29,10	75,08	Boa
TRT-3	6,66	49,00	6,17	5,00	2,50	0,01	2,25	6,00	28,80	75,12	Boa
TRT-4	6,74	84,00	6,36	5,00	3,91	0,02	0,72	7,00	29,20	74,47	Boa
TRT-5	6,21	110,00	6,47	6,00	2,50	0,01	0,55	6,00	29,30	73,37	Boa
TRT-6	6,25	120,00	6,32	8,00	2,97	0,03	5,00	7,00	29,80	70,20	Boa
TRT-7	6,14	150,00	6,61	10,00	4,46	0,01	1,57	12,00	30,10	69,18	Boa
TRT-8	6,28	94,00	6,36	4,00	3,32	0,03	3,38	5,00	30,40	75,25	Boa
AF-1	5,77	70,00	5,31	2,00	1,08	0,01	0,82	4,00	26,10	71,16	Boa
AF-2	5,88	94,00	5,38	4,00	2,11	0,01	1,39	5,00	28,10	68,16	Boa
TRM-1	6,77	46,00	6,24	3,00	3,07	0,03	0,75	5,00	28,30	77,10	Boa

Tabela 33: IQA para o mês de novembro de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-1	5,52	33,00	5,31	4,00	1,10	0,03	0,91	4,00	25,10	71,28	Boa
SA-2	5,61	130,00	5,38	5,00	1,01	0,05	2,34	4,00	25,30	66,11	Boa
SA-3	5,42	17,00	5,27	8,00	1,04	0,06	0,80	5,00	24,70	68,08	Boa
SA-4	5,38	26,00	5,17	3,00	4,52	0,04	1,80	6,00	26,10	69,99	Boa
SAZ-1	5,82	48,00	5,14	3,00	0,87	0,02	1,82	4,00	24,60	68,38	Boa
SAZ-2	5,90	40,00	5,23	5,00	0,71	0,02	2,42	4,00	24,80	68,91	Boa
AL-1	5,88	39,00	5,08	3,00	0,60	0,06	0,71	4,00	24,30	68,60	Boa
AL-2	5,88	40,00	5,22	4,00	0,75	0,03	0,50	5,00	25,00	70,05	Boa
AL-3	5,66	17,00	5,17	13,00	1,33	0,01	1,07	4,00	24,30	64,70	Boa
L.URB-1	5,81	34,00	4,93	2,00	0,88	0,09	0,40	5,00	24,30	68,19	Boa
L.URB-2	5,48	40,00	5,36	8,00	0,85	0,12	0,40	8,00	24,80	67,37	Boa
TRT-1	6,41	94,00	6,05	6,00	1,80	0,02	1,27	5,00	28,30	71,92	Boa
TRT-2	6,54	84,00	6,17	8,00	1,01	0,04	0,92	6,00	28,40	72,63	Boa
TRT-3	6,72	79,00	6,21	7,00	0,97	0,03	0,99	6,00	28,80	72,96	Boa
TRT-4	6,70	110,00	6,32	10,00	0,88	0,06	2,10	5,00	29,30	69,83	Boa
TRT-5	6,28	79,00	6,40	10,00	0,99	0,06	1,19	7,00	28,80	70,62	Boa
TRT-6	6,32	140,00	6,38	15,00	0,95	0,05	1,13	8,00	29,40	66,38	Boa
TRT-7	6,19	49,00	6,39	21,00	1,81	0,06	1,14	9,00	29,60	63,79	Boa
TRT-8	6,32	33,00	6,28	5,00	0,90	0,05	1,24	5,00	30,10	78,11	Boa
AF-1	5,79	47,00	5,22	3,00	1,07	0,05	1,50	4,00	25,10	68,90	Boa
AF-2	5,91	48,00	5,31	6,00	1,15	0,03	0,70	5,00	26,20	69,50	Boa
TRM-1	6,66	63,00	6,27	6,00	1,36	0,05	1,41	5,00	27,80	75,27	Boa



Tabela 34: IQA para o mês de dezembro de 2009

Ponto	Oxigênio Dissolvido	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Turbidez	Resíduo Total	Temperatura	IQA	Nível de Qualidade
SA-1	7,96	32,00	5,41	3,00	2,22	0,01	0,90	4,00	27,10	74,41	Boa
SA-2	8,16	46,00	5,66	4,00	2,85	0,01	0,45	5,00	28,00	74,03	Boa
SA-3	5,82	33,00	5,38	5,00	1,58	0,01	0,60	4,00	25,10	69,95	Boa
SA-4	5,61	13,00	5,91	0,00	3,09	0,01	1,60	5,00	26,30	78,06	Boa
SAZ-1	8,60	63,00	5,50	2,00	2,32	0,01	3,06	6,00	26,20	73,33	Boa
SAZ-2	6,38	47,00	5,63	4,00	2,53	0,01	1,50	5,00	25,60	72,95	Boa
AL-1	5,93	34,00	5,38	3,00	0,93	0,01	1,50	5,00	26,10	73,22	Boa
AL-2	5,52	27,00	5,52	5,00	1,63	0,01	0,57	5,00	26,30	71,03	Boa
AL-3	6,05	33,00	5,55	4,00	3,20	0,01	1,30	4,00	26,20	71,49	Boa
L.URB-1	6,38	25,00	5,32	6,00	1,55	0,01	1,78	5,00	25,30	70,75	Boa
L.URB-2	6,12	24,00	5,72	2,00	1,81	0,01	1,73	9,00	25,00	76,37	Boa
TRT-1	7,35	40,00	6,80	5,00	2,41	0,01	1,30	32,80	32,80	80,64	Ótima
TRT-2	7,50	48,00	6,75	6,00	1,72	0,01	0,90	33,50	33,50	79,20	Ótima
TRT-3	7,30	26,00	6,75	8,00	2,12	0,01	0,73	32,80	32,80	79,11	Ótima
TRT-4	7,15	39,00	6,80	12,00	1,48	0,01	1,47	32,80	32,80	75,06	Boa
TRT-5	6,40	58,00	6,75	5,00	1,47	0,01	0,80	32,70	32,70	80,23	Ótima
TRT-6	7,02	63,00	6,90	10,00	2,05	0,01	0,45	32,50	32,50	76,14	Boa
TRT-7	7,00	79,00	6,65	14,00	1,38	0,01	1,73	32,90	32,80	70,97	Boa
TRT-8	6,90	33,00	6,55	5,00	1,38	0,01	2,03	32,80	32,80	80,48	Ótima
AF-1	7,10	47,00	6,10	2,00	2,85	0,01	1,50	29,50	29,50	77,98	Boa
AF-2	7,11	38,00	6,30	4,00	1,46	0,01	1,10	29,50	29,50	78,76	Boa
TRM-1	7,19	58,00	6,50	6,00	1,58	0,01	2,81	32,20	32,20	77,24	Boa

Com relação aos pontos de monitoramento os resultados para o IQA em geral, classificaram as águas nos locais monitorados como de boa qualidade à ótima.



10.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS

As atividades de manutenção dos equipamentos e dos sistemas de contenção das tancagens nas oficinas industriais geram resíduos oleosos que são recolhidos e direcionados aos separadores de água e óleo para posterior tratamento.

Os procedimentos realizados no processo de tratamento seguem um padrão interno denominado “Padrão Técnico Ambiental - PTA 04”, que é parte integrante do Sistema de Gestão Ambiental e dispõe sobre os procedimentos para recolhimento, envio e destinação final de óleos lubrificantes, óleos hidráulicos, graxas, borras e resíduos oleosos coletados nas áreas da MRN. Neste item são apresentados os resultados obtidos para os pontos de monitoramento localizados na saída dos sistemas de tratamento de efluentes e nos separadores de água e óleo no ano de 2009.

10.1 Metodologia e Procedimentos Adotados

Os separadores utilizados na MRN são do tipo API (*American Petroleum Institute*) e baseiam-se no princípio da diferença de gravidade específica entre a água e as gotículas imiscíveis de óleo, formando duas fases distintas que conduzem o óleo livre para a superfície da água, onde posteriormente é removido. Os resíduos são recolhidos em tambores e encaminhados à empresa *Clean Service* – localizada em Belém/PA e devidamente licenciada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/PA –, a qual é responsável por dar o tratamento e a destinação final adequada aos mesmos com o devido acompanhamento da MRN.

A água resultante deste processo é encaminhada ao sumidouro e monitorada mensalmente através de análises físico-químicas, conforme parâmetros definidos em condicionantes das licenças de operação. Os planos de manutenção periódica garantem o bom desempenho destes equipamentos. Os demais resíduos oleosos coletados nas áreas são encaminhados para o setor responsável pelo recebimento e envio destes materiais para a *Clean Service*, empresa responsável pela destinação final dos mesmos.

São monitorados os seguintes parâmetros: alumínio, condutividade elétrica, DQO, ferro solúvel, manganês, óleos e graxas, pH, sólidos totais dissolvidos, sólidos sedimentáveis, temperatura, turbidez, fósforo total, nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico.

Além deles, também são analisados os parâmetros BTEX (Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e Xileno) e TPH (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo) em periodicidade semestral, sendo que as análises de TPH foram realizadas em maio para o primeiro semestre e em novembro para o segundo semestre de 2009. O laboratório que os analisa é o TASQA Serviços Analíticos.

A definição proposta para TPH, segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, emprega dois conceitos. Um deles é o uso do fracionamento como uma alternativa para medir os constituintes da mistura de petróleo. Dessa forma, tudo que for medido é somado e daí se tem o dado TPH.

O outro conceito sugere que TPH são todos os hidrocarbonetos que foram extraídos de uma amostra e detectados por uma técnica particular. Devido à existência de muitas substâncias químicas presentes no petróleo e em seus derivados torna-se mais prático medir a totalidade destas substâncias. Logo, o TPH trata-se de um parâmetro quantitativo, não servindo, contudo, para estimar quantitativamente o risco à saúde (TPH *Criteria Working Group*, 1998).

As mesmas concentrações de TPH podem representar composições muito diferentes e, conseqüentemente, riscos diferentes à saúde humana e ao ambiente. Como citado anteriormente, não foi encontrado um valor máximo permissível de referência para o lançamento do parâmetro TPH em águas superficiais.

Cabe ressaltar que todo e qualquer processo de tratamento de efluentes industriais não tem eficiência de 100% e esta característica deve ser levada em consideração para uma correta avaliação dos resultados. Em geral, a eficiência da estação de tratamento de efluentes domésticos em Porto Trombetas fica em torno de 90% e este resultado é considerado satisfatório.



10.2 Legislação Aplicável e Normas Técnicas

As condições e os padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos são regulamentados pela Resolução CONAMA 357/2005. Via de regra, os efluentes só podem ser lançados nos corpos d'água quando obedecem as condições e os padrões de lançamento previstos no art. 34 desta norma.

Não havendo previsão do efluente no artigo supracitado, deve-se utilizar os padrões da classe do corpo hídrico. Todos os corpos hídricos que recebem efluentes da MRN enquadram-se na classe 2. Assim, as condições e os padrões de lançamentos dos efluentes não-previstos no art. 34 devem seguir as da classe 2.

Dada a ausência de padrões de lançamento de efluentes para demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e de sólidos totais dissolvidos (STD) na Resolução CONAMA 357/2005, aplicar-se-á, por analogia, o padrão previsto na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG 01/2008, que dispõe entre outras coisas, sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos de água. De acordo com o artigo 29, § 4º, inciso VII da deliberação em questão, os padrões utilizados foram:

- DBO: até 60 mg/L;
- DQO: até 180 mg/L; e
- STD: até 100mg/L, sendo 150 mg/L nos casos de lagoas de estabilização.

10.3 Oficina de Lubrificação, Lavagem e Abastecimento de Combustível

Nos pontos de monitoramento são analisados os parâmetros físicos e químicos preconizados na legislação ambiental. A seguir serão discutidos os resultados obtidos no ano de 2009. A Figura 513 apresenta a localização dos pontos de monitoramento.



Figura 513: Localização dos Pontos de Monitoramento dos Efluentes Industriais



10.3.1 Separador de água e óleo platô Saracá – SA2

A oficina de manutenção dos equipamentos de mina do platô Saracá possui um separador de água e óleo, cujo funcionamento é contínuo, exceto nos períodos em que eles estão em manutenção. O efluente final deste separador é direcionado para a bacia de drenagem e posteriormente para os tanques de rejeito.

O monitoramento é realizado no efluente final da caixa separadora de água e óleo. Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto SA2 são apresentados na Tabela 35.

De forma geral, os resultados dos parâmetros monitorados neste ponto durante o ano de 2009 mostraram-se dentro do padrão legal, exceto para óleos e graxas e para DQO. Os resultados das faixas de TPH apresentaram relativa variação ao longo do período analisado.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 35: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA2 em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,12	0,11	0,11	0,15	0,19	8,67	0,07	3,44	0,43	0,31	1,50	1,71
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	136,0	61,0	128,0	165,0	167,0	154,0	142,1	112,2	104,2	113,4	125,6	112,4
DQO	mg/L	180	142,0	132,0	114,0	41,0	38,0	729,0	24,0	1239,0	204,0	30,0	392,0	14711,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,31	0,46	0,2	0,4	0,22	2,68	0,14	3,66	1,52	0,12	0,96	0,49
Manganês	mg/L	1	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,002	0,02	0,04	0,01	0,002	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	2,1	2,8	1,8	4,9	2,8	1,13	0,5	64,5	0,5	0,5	1,6	2,75
pH	-	5 a 9	6,68	6,77	6,6	6,38	6,41	6,88	6,71	6,54	6,41	6,33	6,27	6,32
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	68,0	30,0	64,0	87,0	89,0	77,0	70,0	55,0	52,0	58,0	62,0	62,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,1	0,01	0,02	0,01	0,01	0,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Temperatura	°C	< 40°	25,0	28,4	26,0	25,0	28,4	26,7	25,8	25,8	25,1	26,1	27,3	25,1
Turbidez	NTU	-	5,9	8,8	16,0	8,25	10,3	520,0	0,4	348,0	16,0	9,32	59,3	691,0
Fósforo Total	mg/L	-	*	1,1	14,0	1,0	0,09	16,2	0,19	17,00	1,10	0,06	3,96	10,80
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	0,5	0,1	0,1	1,7	0,10	2,10	3,40	1,40	1,10	0,70
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	0,1	0,02	0	0	0,003	0,010	0,008	0,005	0,004	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,16	0,13	2,03	1,47	0,99	0,59	1,09
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	0,4	14	0,63	0,45	1,6	0,82	3,20	23,80	1,62	0,84	5,71
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1,0						5,8					
m,p-Xilenos	µg/L	-	2,0						14,3					
o-Xileno	µg/L	-	2,0						26,4					
Tolueno	µg/L	-	2,0						71,9					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	50,0						4,0					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	50,0	3,0
TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	50,0	8,0
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	110,0	20,0

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.3.2 Separador de água e óleo platô Saracá – SA3

O sistema de tratamento de efluentes da oficina e posto de abastecimento do platô Saracá possui um separador de água/óleo com capacidade para 4,3m³/h (Figura 514). O funcionamento dos separadores é contínuo, exceto nos períodos em que os separadores estão em manutenção.

Neste separador são tratados os resíduos líquidos (óleos combustível e lubrificante, água contaminada e desengraxantes) provenientes de todas as áreas contidas do TML Saracá III (área abastecimento de veículos leves e médios, canaletas do posto de abastecimento e tanque de combustível) e oficina de veículos da Souza Terraplanagem. O efluente final deste separador é direcionado para a bacia de drenagem e posteriormente para os tanques de rejeito.



Figura 514: Separador de água e óleo da oficina e posto de abastecimento SA 3

Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto SA3 são apresentados na Tabela 36.

Os resultados dos parâmetros monitorados neste ponto durante o ano de 2009 ficaram dentro do padrão legal, com exceção dos sólidos sedimentáveis no mês de novembro de 2009. Os resultados das faixas diesel e gasolina de TPH apresentaram relativa variação ao longo do período analisado.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 36: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA3 em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,10	0,08	0,12	0,09	0,11	0,41	0,30	0,07	0,08	0,28	2,13	0,72
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	68	93,8	96	98	101,8	86,4	61,8	66,1	61,2	58,3	47,3	153,2
DQO	mg/L	180	72,0	66,0	64,0	17,0	22,0	16,0	50,0	38,0	20,0	15,0	30,0	78,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,62	0,52	0,32	0,18	0,2	0,15	0,11	0,52	0,40	0,34	0,19	1,00
Manganês	mg/L	1	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,002	0,02	0,09	0,02	0,002	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	1,6	4,5	3,2	1,5	5,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50
pH	-	5 a 9	6,13	6,38	6,28	6,22	6,28	6,55	6,48	6,19	6,12	6,17	6,52	6,61
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	34,0	46,0	48,0	49,0	50,0	43,0	30,0	32,0	31,0	28,0	23,0	85,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,20	0,10	0,07	0,07	1,20	0,50
Temperatura	°C	< 40°	26,3	28,4	27,8	28,9	28,8	29,1	28,3	29,2	26,2	25,1	26,2	30,0
Turbidez	NTU	-	2,48	4,17	11,38	7,84	11,4	8,45	4,2	1,2	3,9	2,4	80,0	142,0
Fósforo Total	mg/L	-	*	1	1	1	0,01	0,01	0,21	0,02	0,01	0,01	0,05	0,23
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8	1,30	0,10	1,10	0,90	0,40	0,90
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	0,02	0,02	0	0	0,010	0,010	0,070	0,030	0,002	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	0,22	0,1	0,1	0,1	0,15	0,65	0,10	0,51	1,35	0,66	0,19	0,38
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-		1	6,4	0,48	0,18	0,61	0,89	0,32	0,10	1,30	0,81	2,23
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1,0						2,0					
m,p-Xilenos	µg/L	-	2,0						2,0					
o-Xileno	µg/L	-	1,0						2,0					
Tolueno	µg/L	-	1,0						4,0					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	50,0						4,0					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	50,0	12,0
TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	220,0	40,56
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	40,0	26,54

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.3.3 Separador de água e óleo platô Saracá – SA4

O separador de água e óleo denominado SA4, também localizado no platô Saracá, possui funcionamento contínuo, exceto nos períodos em que os separadores estão em manutenção. O efluente final deste separador é direcionado para a bacia de drenagem e posteriormente para os tanques de rejeito.

O monitoramento é realizado no efluente final da caixa separadora de água e óleo. Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto SA4 são apresentados na Tabela 37.

Os resultados obtidos para o ponto SA4 de monitoramento dos efluentes, localizado no platô Saracá, apresentaram quase todos os valores ao longo do período monitorado dentro do limite legal, exceto no mês de junho para sólidos sedimentáveis e nos meses de agosto, outubro, novembro e dezembro para DQO. Os parâmetros DQO e turbidez apresentaram grande variação durante o período analisado, assim como, os resultados obtidos para as faixas de TPH.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 37: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA4 em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,08	0,1	0,18	0,21	0,18	0,08	1,71	4,17	0,94	59,90	9,98	1,95
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	110,0	110,0	122,0	155,0	144,2	139,3	117,3	78,6	71,2	77,8	104,1	98,1
DQO	mg/L	180	112,0	122,0	39,0	54,0	50,0	16,0	43,0	1127,0	110,0	686,0	254,0	210,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,74	0,52	0,16	0,32	0,38	0,24	0,07	8,64	1,08	0,86	0,78	2,97
Manganês	mg/L	1	0,02	0,01	0,01	0,02	0,04	0	0,002	0,05	0,08	0,03	0,01	0,050
Óleos e Graxas	mg/L	20	2,3	3,3	2,8	18,2	2,9	*	0,5	19,6	0,5	16,3	0,5	1,38
pH	-	5 a 9	6,17	6,29	6,38	6,5	6,42	6,38	6,17	6,84	6,69	6,58	6,61	6,74
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	55,0	55,0	62,0	77,0	72,0	69,0	57,0	38,0	35,0	38,0	52,0	51,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,8	0,03	0,02	0,02	0,02	0,07	0,10	0,10	0,20	11,00	0,07	0,50
Temperatura	°C	< 40°	31,6	26,3	28,3	27,0	27,0	28,8	28,8	26,6	27,1	26,3	27,1	31,4
Turbidez	NTU	-	141,0	30,5	38,18	39,58	80,4	1,65	0,4	556,0	5,1	19,8	32,1	73,00
Fósforo Total	mg/L	-	*	1,8	1,0	1,0	0,01	3,6	0,01	30,70	0,39	0,08	0,24	11,00
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	0,1	0,1	0,2	2,0	0,70	0,40	0,60	1,20	1,10	0,10
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	0,02	0,02	0	0,01	0,007	0,030	0,002	0,010	0,008	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	5,44	0,22	1,07	0,13	2,09
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	1,9	2,9	2,4	0,34	2,37	0,68	1,11	0,64	2,62	1,04	2,96
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1,0						3,3					
m,p-Xilenos	µg/L	-	2,0						17,6					
o-Xileno	µg/L	-	1,0						30,1					
Tolueno	µg/L	-	1,0						4,0					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	0,05						44429,00					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	0,07	1776,0
TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	0,13	4711,0
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	0,44	2012,30

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.3.4 Separador de água e óleo platô Saracá – SA5

O separador de água e óleo denominado SA5, também localizado no platô Saracá, possui funcionamento contínuo, exceto nos períodos em que os separadores estão em manutenção. O funcionamento do separador é contínuo, exceto nos períodos em que ele se encontra em manutenção. O efluente final deste separador é direcionado para a bacia de drenagem e posteriormente para os tanques de rejeito.

O monitoramento é realizado no efluente final da caixa separadora de água e óleo. Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto SA5 são apresentados na Tabela 38.

A maioria dos resultados obtidos através do monitoramento deste ponto mostrou-se dentro dos padrões legais para os parâmetros analisados, exceto para óleos e graxas (setembro), sólidos sedimentáveis (julho) e DQO (junho, setembro e novembro). Os resultados das faixas de TPH do primeiro e segundo semestre de 2009 apresentaram evidente diferença nos resultados.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 38: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto SA5 em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,10	0,12	0,14	0,14	0,16	3,43	0,25	0,19	1,29	0,53	5,33	2,61
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	85,0	24,6	108,0	66,0	74,2	81,8	78,9	68,1	68,1	78,1	128,1	88,1
DQO	mg/L	180	80,0	24,0	44,0	33,0	38,0	420,0	54,0	70,0	486,0	126,0	499,0	19,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,86	0,48	0,3	0,16	0,22	1,24	4,96	0,88	5,43	0,32	3,13	0,08
Manganês	mg/L	1	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,04	0,02	0,11	0,02	0,07	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	1,5	1,7	2,3	1,4	2,5	0,88	0,5	0,5	22,0	0,9	4,5	0,50
pH	-	5 a 9	6,5	6,7	6,5	6,2	6,23	6,31	6,11	6,24	6,33	6,78	6,71	6,88
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	42,0	12,0	54,0	33,0	32,0	40,0	39,0	34,0	34,0	39,0	64,0	45,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,2	0,01	0,01	0,01	0,02	0,1	4,00	0,20	0,10	0,07	0,07	0,40
Temperatura	°C	< 40°	26,4	27,1	25,4	26,0	26,1	24,6	26,1	26,8	26,1	26,3	25,3	24,8
Turbidez	NTU	-	21,38	5,88	12,4	10,8	30,4	484,0	11,7	15,3	86,2	219,0	516,0	7,17
Fósforo Total	mg/L	-	*	1,0	16,0	14,0	0,07	11,5	0,63	0,01	19,30	0,29	19,10	0,01
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	1,0	0,1	0,4	0,7	1,50	10,20	1,70	1,20	1,50	1,30
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	0,2	0	0,02	0	0,003	0,005	0,003	0,005	0,010	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	0,1	0,1	8,8	1,5	0,11	0,23	0,25	0,51	4,53	2,02	1,17	0,11
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	0,85	16,0	13,0	0,46	1,37	1,32	0,57	0,96	1,17	1,09	1,45
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1,0						4,34					
m,p-Xilenos	µg/L	-	2,0						8,81					
o-Xileno	µg/L	-	1,0						2,0					
Tolueno	µg/L	-	1,0						4,0					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	50,0						4,0					
TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	50,0						8,0					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	50,0	9,97
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	50,0	22,95

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.3.5 Lagoa facultativa dos efluentes do restaurante da mina – LFR

Os efluentes gerados pelo restaurante da mina do Saracá são direcionados para uma lagoa facultativa, que é um sistema de tratamento biológico. O monitoramento é realizado no efluente final da lagoa e direcionado para a rede de drenagem pluvial, cujo corpo receptor é o igarapé Saracá.

Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto LFR são apresentados na Tabela 39.

A maioria dos resultados obtidos através do monitoramento deste ponto mostrou-se dentro dos padrões legais para os parâmetros analisados, exceto para DBO (janeiro-fevereiro, maio-junho, agosto-setembro e dezembro) e DQO (junho-dezembro).



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 39: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto LFR em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,22	0,19	0,1	0,18	0,21	0,29	0,15	0,18	0,18	0,33	0,36	0,11
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	86,0	138,0	110,0	110,0	121,0	58,4	106,4	292,1	221,0	231,80	146,2	158,2
DBO	mg/L	60	80,0	90,0	60,0	60,0	65,0	80,0	50,0	330,0	330,0	60,00	50,0	80,0
DQO	mg/L	180	102,0	*	88,0	81,0	78,0	351,0	189,0	306,0	207,0	256,0	216	291,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,41	0,62	0,22	0,36	0,51	4,09	0,15	0,21	0,33	0,38	0,46	0,26
Manganês	mg/L	1	0,1	0,04	0,02	0,02	0,04	0,01	0,002	0,002	0,002	0,02	0,02	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	1,6	1,6	1,1	3,3	2,3	9,75	2,8	11,0	2,4	0,5	0,6	0,50
pH	-	5 a 9	6,84	6,93	6,37	6,25	6,29	6,31	6,6	6,84	6,58	6,74	6,88	7,12
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	150	43,0	68,0	55,0	55,0	60,0	57,0	53,0	140,0	110,0	115,0	75,0	89,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,3	0,03	0,01	0,02	0,05	0,1	0,50	0,10	0,10	0,10	0,07	0,10
Temperatura	°C	< 40°	30,6	27,4	28,1	29,1	29,4	29,1	28,8	31,4	29,2	32,9	27,3	28,4
Turbidez	NTU	-	15,8	10,78	13,2	31,42	34,28	55,1	3,8	34,2	22,3	32,9	35,0	36,50
Fósforo Total	mg/L	-	*	5,5	4,2	1,1	1,43	2,94	2,48	2,61	11,10	0,28	6,80	3,95
Nitratos	mg/L	-	*	0,2	0,2	0,1	0,4	2,1	0,50	0,50	1,50	0,70	1,50	0,10
Nitritos	mg/L	-	*	0,04	0,02	0,02	0,005	0,005	0,008	0,008	0,005	0,005	0,007	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	7,4	8,0	2,5	0,78	4,26	2,24	2,18	1,45	0,37	1,12	1,57	8,42
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	11,0	9,5	9,1	1,23	5,43	2,94	5,62	4,86	5,95	6,65	5,28

* Não houve análise do parâmetro.



10.3.6 Lagoa facultativa dos efluentes dos alojamentos da mina – LFA

Os efluentes gerados pelos alojamentos localizados na mina são direcionados para uma lagoa facultativa, que é um sistema de tratamento biológico. O monitoramento é realizado no efluente final da lagoa e direcionado para a rede de drenagem pluvial, cujo corpo receptor é o igarapé Saracá.

Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto LFA são apresentados na Tabela 40.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 40: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto LFA em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,17	0,14	0,13	0,13	0,15	0,07	0,29	0,07	0,13	0,36	0,44	**
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	52,0	114,0	88,0	54,0	52,8	115,0	54,3	141,0	98,1	104,3	119,1	**
DBO	mg/L	60	50,0	60,0	20,0	30,0	30,0	30,0	25,0	20,0	20,0	25,0	30,0	**
DQO	mg/L	180	91,0	81,0	66,0	34,0	37,0	96,0	71,0	279,0	126,0	169,0	34,0	**
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,36	0,56	0,18	0,31	0,21	0,16	0,22	0,09	0,21	0,19	0,18	**
Manganês	mg/L	1	0,1	0,03	0,02	0,01	0,03	0,005	0,003	0,002	0,10	0,02	0,010	**
Óleos e Graxas	mg/L	20	2,7	1,7	1,9	4,2	1,7	0,5	0,5	2,3	0,5	0,5	0,8	**
pH	-	5 a 9	6,46	6,74	6,53	6,47	6,47	6,57	6,5	6,68	6,81	6,88	6,80	**
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	150	26,0	57,0	44,0	27,0	26,0	29,0	27,0	70,0	49,0	52,0	58,0	**
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,2	0,02	0,01	0,01	0,01	0,07	1,00	0,07	0,20	0,10	0,07	**
Temperatura	°C	< 40°	30,0	26,1	27,6	29,4	30,1	28,9	30,1	30,3	28,2	32,2	25,3	**
Turbidez	NTU	-	8,98	26,1	9,64	21,38	24,81	7,7	3,3	13,5	14,3	9,4	12,6	**
Fósforo Total	mg/L	-	*	1	1	1	0,99	0	1,48	1,13	0,34	0,23	4,57	**
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	0,1	0,1	0,6	0	0,10	0,80	0,80	0,90	0,80	**
Nitritos	mg/L	-	*	0,09	0,05	0,09	0,004	0	0,005	0,004	0,004	0,020	0,003	**
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	6,5	7,9	2,6	4,0	9,22	0	4,56	8,78	13,90	9,85	13,40	**
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	0,4	9,4	2,3	0,49	0	4,82	1,04	0,10	1,95	0,10	**

* Não houve análise do parâmetro.

** Lagoa Facultativa em manutenção.

A maioria dos resultados obtidos através do monitoramento deste ponto mostrou-se dentro dos padrões legais para os parâmetros analisados, exceto para DQO no mês de agosto.



10.3.7 Separador de água e óleo da usina Geração I - UGI

O sistema separador de água e óleo da UGI possui dois separadores, cada um com capacidade de vazão de 5m³/h (separador superior), um separador com capacidade de vazão de 10m³/h (separador inferior), ambos apresentados na Figura 515. Na UGI o ponto de monitoramento localiza-se na saída de efluentes do separador de água e óleo e sistema de tratamento de água. O efluente deste separador é direcionado para uma caixa distribuidora e posteriormente bombeado para o processo de secagem, não sendo direcionado para corpo hídrico.

O funcionamento dos separadores é contínuo, exceto nos períodos em que os separadores estão em manutenção. Neste sistema são tratados os resíduos líquidos (óleos combustível e lubrificante, água contaminada e desengraxantes) provenientes de todas as áreas contidas da Usina de Geração I (área de lavagem de peças, canaletas da praça de máquinas, canaletas das áreas das caldeiras, tanques coletores de resíduos, bacias de contenção de tancações de combustível e lubrificante, área das centrífugas de combustível, drenos dos tanques de lubrificante e combustível, drenos dos tanques de expansão de água dos motores, etc.).



Figura 515: Separadores de água e óleo da UGI

São apresentados na Tabela 41 os resultados obtidos no monitoramento dos efluentes industriais no ponto durante o ano de 2009.

Os resultados para as faixas de TPH apresentaram relativa variação entre os resultados das análises realizadas no primeiro e segundo semestre de 2009.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 41: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto UGI em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,08	0,09	0,08	0,11	0,14	0,07	0,48	0,42	1,07	0,84	0,22	0,08
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	66,0	35,3	82,0	90,0	96,2	118,3	92,4	88,1	82,1	74,1	81,3	66,4
DQO	mg/L	-	96,0	68,0	36,0	61,0	55,0	9,0	38,0	12,0	1067	96,0	5,0	5,0
Ferro Solúvel	mg/L	-	0,36	0,42	0,23	0,28	0,23	0,22	0,28	0,11	5,83	4,39	0,25	0,56
Manganês	mg/L	-	0,03	0,02	0,02	0,01	0,007	0,01	0,01	0,04	0,03	0,18	0,002	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	-	2,3	2,7	7,1	2,9	3,0	0,5	0,5	12,3	38,4	4,44	7,4	2,25
pH	-	-	6,51	6,84	6,18	6,13	6,21	6,31	6,11	6,74	6,61	6,52	6,78	6,70
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	-	33,0	36,0	41,0	45,0	46,0	59,0	46,0	45,0	41,0	37,0	40,0	33,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	-	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,07	0,07	0,10	0,20	0,07	0,07
Temperatura	°C	-	27,4	28,5	27,1	28,1	26,8	27,1	26,1	26,8	26,1	24,8	25,3	26,8
Turbidez	NTU	-	4,11	4,38	2,94	8,13	10,61	4,21	1,2	1,1	33,1	27,4	1,4	6,29
Fósforo Total	mg/L	-	*	4,6	1	1	0,14	0,01	0,70	2,00	4,24	0,09	0,08	0,06
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	0,5	0,2	0,2	0,5	0,50	0,20	1,40	0,60	0,40	0,60
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	0,02	0,03	0,002	0,004	0,006	0,005	0,002	0,020	0,005	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,16	0,10	1,17	12,40	0,75	0,23	0,15
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	0,95	1,3	0,53	0,19	0,52	0,77	0,16	1,10	3,19	0,51	2,11
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1,0						2,0					
m,p-Xilenos	µg/L	-	2,0						2,0					
o-Xileno	µg/L	-	1,0						2,0					
Tolueno	µg/L	-	1,0						4,0					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	50,0						102,60					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	50,0	57,0
TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	50,0	151,90
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	120,0	83,37

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.3.8 Separador de água e óleo da usina Geração II - UGII

O sistema de tratamento de efluentes da UGII possui um separador de água e óleo com capacidade para 5m³/h. Na UGII o ponto de monitoramento localiza-se na saída de efluentes do separador de água e óleo. Este efluente é direcionado para lagoa de sedimentação do TP-1 e posteriormente drenado para o igarapé Água Fria, sendo monitorado pelos pontos AF-1 e AF-2 no que tange à qualidade da água superficial.

O funcionamento dos separadores é contínuo, exceto nos períodos em que os separador estão em manutenção. Neste sistema são tratados todos os resíduos líquidos (óleos combustível e lubrificante, água contaminada e desengraxantes) provenientes de toda a UGII (área de lavagem de peças, canaletas da praça de máquinas, canaletas das áreas das caldeiras, tanques coletores de resíduos, bacias de contenção de tancagens de combustível e lubrificante, área das centrífugas de combustível, drenos dos tanques de lubrificante e combustível, drenos dos tanques de expansão de água dos motores, etc.).

Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado no ano de 2009 para a Usina de Geração II são apresentados na Tabela 42.

A maioria dos resultados obtidos através do monitoramento deste ponto em 2009 mostrou-se dentro dos padrões legais para os parâmetros analisados, exceto para DQO (julho-agosto), sólidos totais dissolvidos (fevereiro-maio), sólidos sedimentáveis (julho e dezembro) e nitrogênio amoniacal (março). Os resultados para as faixas de TPH apresentaram evidente diferença entre os resultados das análises realizadas no primeiro e segundo semestre de 2009.

O separador de água e óleo da UGII conta com um sistema de tratamento secundário para auxiliar no processo de remoção das partículas do óleo dissolvidas através da adição de coagulantes e floculantes. Tal processo foi implantado após os resultados satisfatórios obtidos pelos testes com a utilização de produtos químicos (polímeros) para aglomeração das partículas que se encontram dissolvidas na água, as quais não são removidas pelo processo da diferença entre as massas específicas, necessitando de um tratamento secundário.

Este processo aumenta a eficiência da remoção dos metais dissolvidos, assim como das partículas de óleos dissolvidas ou emulsionadas na água. Desde abril de 2006, após o ajuste do sistema, evidenciaram-se valores relativamente baixos para os óleos, cuja eficácia é avaliada através do monitoramento contínuo deste efluente, segundo os parâmetros definidos em condicionante de licença ambiental.

As concentrações de sólidos, condutividade elétrica e demais metais no efluente foram consideradas satisfatórias e o sistema de tratamento dos tanques de sedimentação operou normalmente. O efluente final do separador da UGII apresentou variabilidade em quase todos os meses para a variável alumínio, o que pode ter contribuído para os dados obtidos no ponto TP1.

Será feita uma investigação mais detalhada de forma a identificar as causas fundamentais e atuar de forma a eliminar estes desvios em todos os separadores que apresentaram problemas.

O trabalho de investigação proposto para a variável alumínio será abrangido para o fósforo total e turbidez, devido à obtenção de alguns resultados acima dos limites estipulados a partir do mês de maio, tendo em vista que se trata das mesmas contribuições de efluentes.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 42: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto UGII em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,12	0,14	0,8	0,13	0,16	0,07	1,72	1,62	0,61	0,14	4,41	0,15
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	84,0	462,0	280,0	220,0	212,0	179,0	136,1	128,1	152,3	138,4	154,2	166,3
DQO	mg/L	180	117,0	108,0	41,0	68,0	61,0	117,0	530,0	739,0	126,0	173,0	126,0	80,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,54	0,48	0,31	0,31	0,28	0,14	1,08	0,34	0,51	0,01	1,89	0,29
Manganês	mg/L	1	0,05	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,08	0,06	0,03	0,11	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	1,4	2,0	2,4	5,4	3,5	0,75	11,9	4,5	0,5	0,5	5,5	0,50
pH	-	5 a 9	6,66	6,88	6,34	6,24	6,31	6,62	6,36	6,81	6,55	6,58	6,71	6,84
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	42,0	463,0	140,0	110,0	111,0	89,0	68,0	64,0	75,0	68,0	78,0	83,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	20,00	0,20	0,30	0,07	0,30	26,00
Temperatura	°C	< 40°	31,8	31,7	30,8	31,4	30,6	30,2	29,8	29,8	29,1	29,1	32,4	28,8
Turbidez	NTU	-	8,4	8,13	4,38	17,41	21,84	5,57	0,4	3,47	2,9	5,18	24,5	2,23
Fósforo Total	mg/L	-	*	3,6	4,3	1,0	3,24	0,68	0,82	1,02	0,99	0,13	1,44	0,97
Nitratos	mg/L	-	*	0,2	0,1	0,2	2,4	0,7	0,20	1,60	2,30	2,50	0,90	3,50
Nitritos	mg/L	-	*	0,04	0,02	0,004	0,005	0,005	0,006	0,003	0,004	0,003	0,002	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	2,0	6,9	26,0	14,0	5,41	6,35	5,66	1,62	6,98	6,81	3,78	4,79
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	0,1	3,0	1,0	0,1	1,05	2,95	5,09	0,10	1,07	1,33	5,31
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1						18,2					
m,p-Xilenos	µg/L	-	13						35,6					
o-Xileno	µg/L	-	17						82,7					
Tolueno	µg/L	-	2						9,56					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	80,0						4,0					
TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	470,0						6,0					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	820,0	16,83
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	820,0	39,76

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.3.9 Separador de água e óleo oficina TB e TPOL – TP3

O separador de água e óleo utilizado na oficina é do tipo coalescente - TOTH SEP 5000 – equipamento desenvolvido para separar óleo não emulsivo em água ou efluente através de passagem por um módulo de lamelas coalescentes, onde agem as forças físicas de separação, sendo o volume gerado 1 m³/dia.

Nesta oficina existem processos de manutenção de subconjuntos e de locomotivas, sendo necessária a lavagem de peças com resíduos oleosos. Há também um dique de lubrificação onde é efetuado o manuseio de carga de óleo lubrificante.

Este ponto de monitoramento está localizado na saída de efluentes do separador de água e óleo da oficina e é direcionado para a lagoa de sedimentação do ponto TP-1, sendo posteriormente drenado para o igarapé Água Fria e monitorado pelos pontos AF-1 e AF-2 com relação à qualidade da água superficial.

Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado no ano de 2009 para o ponto TP3 são apresentados Tabela 43.

Alguns parâmetros apresentaram resultados fora do padrão legal, tais como: DQO (fevereiro, junho-julho e setembro-dezembro), óleos e graxas (junho, agosto, setembro), STD (todos os meses) e sólidos sedimentáveis (julho). Os resultados para as faixas de TPH apresentaram relativa variação entre os resultados das análises realizadas no primeiro e segundo semestre de 2009.

Como ação de melhoria foi adotada o aumento da frequência de limpeza da caixa de contenção de sólidos cujo efluente é direcionado ao separador de água e óleo.

O efluente final do separador TP3 apresentou variabilidade em quase todos os meses para a variável alumínio, o que pode ter contribuído para os dados obtidos no ponto TP1.

Será feita uma investigação mais detalhada de forma a identificar as causas fundamentais e atuar de forma a eliminar estes desvios em todos os separadores que apresentaram problemas.

O trabalho de investigação proposto para a variável alumínio será abrangido para o fósforo total e turbidez, devido à obtenção de alguns resultados acima dos limites estipulados a partir do mês de maio, tendo em vista que se trata das mesmas contribuições de efluentes.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 43: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto TP3 em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,10	0,16	0,11	0,15	0,18	9,3	9,93	3,20	1,81	5,68	3,49	4,53
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	1189,0	1210,0	221,0	240,0	286,8	431,4	392,0	288,6	238,1	317,4	281,5	221,4
DQO	mg/L	180	118,0	210,0	54,0	11,0	131,0	1173,0	889,0	5,0	1006,0	1375,0	1272,0	1620,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,86	0,89	0,4	0,42	0,14	10,6	3,95	6,06	8,44	3,66	0,82	1,27
Manganês	mg/L	1	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,16	0,17	0,21	0,15	0,10	0,26	0,040
Óleos e Graxas	mg/L	20	6,2	5,9	5,5	5,2	4,7	42,5	11,7	74,4	35,1	18,0	2,3	1,75
pH	-	5 a 9	6,84	6,94	6,44	6,41	6,37	6,74	6,61	6,91	6,69	6,77	6,84	7,08
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	594,0	650,0	110,0	120,0	143,0	215,0	196,0	144,0	118,0	158,0	140,0	115,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,2	0,02	0,02	0,01	0,01	0,4	1,10	0,20	0,20	0,10	0,07	0,07
Temperatura	°C	< 40°	25,6	25,6	25,8	25,0	25,8	26,2	25,1	26,0	26,1	25,1	25,6	26,2
Turbidez	NTU	-	16,81	12,5	14,77	15,3	18,28	98,1	90,7	40,4	333,0	800,0	58,5	91,30
Fósforo Total	mg/L	-	*	28,0	17,0	*	16,5	15,9	8,90	10,70	23,80	1,92	36,90	35,50
Nitratos	mg/L	-	*	0,5	0,5	*	1,2	2,5	2,00	0,70	2,60	1,20	1,80	1,40
Nitritos	mg/L	-	*	0,1	0,15	*	0,005	0,008	0,010	0,010	0,005	0,006	0,010	0,020
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	0,79	1,4	0,24	*	0,24	0,63	0,91	1,49	2,93	7,88	2,95	5,41
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	4,4	7,5	*	0,95	3,23	5,54	1,85	1,06	0,34	4,37	4,69
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1,0						6,17					
m,p-Xilenos	µg/L	-	3,0						20,1					
o-Xileno	µg/L	-	6,0						2,0					
Tolueno	µg/L	-	4,0						22,2					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	1600						22,9					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	1400	3,0
TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	6600	12,09
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	10000	34,36

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.3.10 Separador de água e óleo da Cattani – CAT

A unidade da Cattani possui um separador de água e óleo, cujo funcionamento é contínuo, exceto nos períodos em que os separadores estão em manutenção. Neste separador são tratados os resíduos líquidos provenientes de todas as áreas contidas na unidade.

O efluente final do separador é drenado para a lagoa do ponto TP-2, depois para a lagoa do ponto TP-1 e posteriormente para o igarapé Água Fria. O monitoramento é realizado no efluente final da caixa separadora de água e óleo. Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto CAT são apresentados na Tabela 44.

Todos os resultados deste ponto ficaram dentro dos padrões legais para os parâmetros analisados.

As concentrações de sólidos, condutividade elétrica e demais metais no efluente foram consideradas satisfatórias e o sistema de tratamento dos tanques de sedimentação operou normalmente. O efluente final do separador da Cattani apresentou variabilidade em quase todos os meses para a variável alumínio, o que pode ter contribuído para os dados obtidos no ponto TP1.

Será feita uma investigação mais detalhada de forma a identificar as causas fundamentais e atuar de forma a eliminar estes desvios em todos os separadores que apresentaram problemas.

O trabalho de investigação proposto para a variável alumínio será abrangido para o fósforo total e turbidez, devido à obtenção de alguns resultados acima dos limites estipulados a partir do mês de maio, tendo em vista que se trata das mesmas contribuições de efluentes.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 44: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto CAT em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,11	0,14	0,1	0,1	0,11	2,76	1,18	0,92	0,73	2,11	2,01	1,83
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	179	94	72	74	73,5	49,7	38,6	36,4	39,7	36,2	44,1	123,5
DQO	mg/L	180	83	80	92	37	47	9	55	104	84	53	66	57
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,47	0,58	0,21	0,26	0,17	0,12	0,97	0,29	0,42	1,61	1,78	0,42
Manganês	mg/L	1	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,004	0,01	0,002	0,003	0,02	0,002	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	1,8	2,5	2,7	1,9	3,7	0,76	0,5	2,0	0,5	0,5	1,4	0,50
pH	-	5 a 9	6,36	6,55	6,15	6,34	6,54	6,44	6,40	6,51	6,39	6,43	6,48	6,54
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	88	47	36	37	37	24	19	18,0	19,0	18	22	61,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,4	0,01	0,01	0,03	0,04	0,2	0,10	0,10	0,20	0,20	0,07	1,00
Temperatura	°C	< 40°	25,4	26,3	26,1	26,9	26,5	26,8	26,8	26,4	26,1	26,8	25,1	28,4
Turbidez	NTU	-	10,14	16,2	18,44	37,41	41,32	26,4	40,6	43,9	36,2	14,3	179,0	40,80
Fósforo Total	mg/L	-	*	1,1	1,0	1,0	0,01	0,01	0,01	1,71	0,01	0,01	0,20	0,10
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	0,1	0,1	0,4	0,6	0,50	0,60	0,20	0,20	1,10	0,10
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	0,02	0,02	0,002	0,004	0,002	0,009	0,010	0,002	0,006	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,18	0,22	0,16	0,60	0,24	0,15
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	3,9	8,2	2,6	0,23	0,85	0,80	0,68	0,94	2,56	0,91	2,11
Benzeno	mg/L	-	0,001						0,002					
Etilbenzeno	µg/L	-	1						2,0					
m,p-Xilenos	µg/L	-	2						2,0					
o-Xileno	µg/L	-	1						2,0					
Tolueno	µg/L	-	1						4,0					
TPH-Detectado	-	-	Não combina						Não combina					
TPH-Faixa Gasolina (C8-C11) ¹	µg/L	-	50,0						618,0					



MONITORAMENTO AMBIENTAL

TPH-Faixa Querosene (C12 -C14) ¹	µg/L	-	50,0	3,0
TPH-Faixa Diesel (C15-C20) ¹	µg/L	-	50,0	12,09
TPH-Faixa Lubrificante (C21-C40) ¹	µg/L	-	50,0	34,36

* Não houve análise do parâmetro.

¹ Dado resultante do somatório dos resultados obtidos para as faixas de TPH.



10.4 Secagem de Minério

O processo de secagem de bauxita ocorre através de secadores rotativos horizontais que utilizam o óleo BPF como combustível para a geração dos gases de combustão. Os efluentes gerados neste processo são formados pelo contato da água com os gases de combustão e particulados nos lavadores de gases, sendo direcionados ao espessador.

No espessador tem-se a adição de soda cáustica para neutralização e correção do pH e de floculantes para formação de flocos e posterior sedimentação das partículas. O *underflow* do espessador, onde estão contidas as partículas sedimentadas, é bombeado para um sistema de filtragem constituído por filtros do tipo prensa que separam as partículas sólidas que são posteriormente incorporadas à pilha de minério. A água resultante deste tratamento é recuperada e retorna para o processo, sendo que parte da água não aproveitada é encaminhada para as bacias de sedimentação antes de ser drenada para os corpos d'água.

O efluente final resultante do tratamento realizado pelas bacias é monitorado através dos pontos TP 1 (localizado na saída da represa, que recebe o efluente das bacias de sedimentação) e TP 2 (localizado na saída das bacias de sedimentação), os quais recebem também a drenagem das pilhas de minério da área do porto.

10.4.1 TP 1

A barragem do Igarapé Água Fria é monitorada pelos pontos TP-1 (localizado no vertedouro do sistema de lagoas de sedimentação) e TP-2 localizado na saída do vertedouro da bacia A1 de sedimentação de sólidos do sistema de tratamento do pátio de estocagem de bauxita. Para esta barragem são também direcionados os efluentes finais dos separadores de água e óleo TP-3, UGII e Cattani.

Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado durante o ano de 2009 para o ponto TP 1 são apresentados na Tabela 45.

Todos os resultados deste ponto ficaram dentro dos padrões legais para o lançamento de efluentes dos parâmetros analisados.

O monitoramento dos pontos de qualidade da água superficial nos pontos AF-1 e AF-2 indicam que as condições e o enquadramento do corpo receptor Água Fria atende praticamente em sua totalidade a legislação pertinente, qual seja, a Resolução CONAMA 357/2005, conforme descrito no item 9.0 deste relatório.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 45: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto TP1 em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,07	0,08	0,14	0,08	0,07
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	18,0	24,0	50,0	22,0	28,4	38,2	26,4	28,2	26,1	24,1	22,3	61,0
DQO	mg/L	180	28,0	18,0	16,0	31,0	42,0	40,0	24,0	46,0	41,0	8,0	5,0	14,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,14	0,18	0,12	0,11	0,14	0,27	0,16	0,14	0,002	0,25	0,19	0,07
Manganês	mg/L	1	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,009	0,002	0,002	0,002	0,01	0,002	0,020
Óleos e Graxas	mg/L	20	0,6	1,8	1,9	1,8	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05
pH	-	5 a 9	6,08	6,24	6,08	5,99	5,98	6,13	6,08	6,91	6,81	6,76	6,84	6,71
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	9,0	12,0	25,0	11,0	14,0	19,0	13,0	18,0	13,0	12,0	11,0	31,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Temperatura	°C	< 40°	28,4	26,8	26,6	26,8	26,6	26,8	28,4	27,4	26,1	24,1	25,8	30,1
Turbidez	NTU	-	3,31	2,64	3,41	24,81	21,93	3,09	0,4	2,8	1,0	2,97	3,9	1,87
Fósforo Total	mg/L	-	*	1,0	1,0	1,0	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,89	0,01
Nitratos	mg/L	-	*	0,1	0,2	0,2	0,5	0,4	0,50	2,30	0,30	1,00	0,50	0,20
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002	0,005	0,002
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	0,1	0,29	0,11	0,1	0,11	0,17	0,26	0,19	0,21	0,50	0,14	0,33
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	0,64	0,54	0,64	0,31	0,23	0,49	1,04	0,54	0,10	0,48	0,36

* Não houve análise do parâmetro.



10.4.2 TP 2

O ponto de monitoramento TP 2 está localizado na saída do vertedouro da bacia A1 de sedimentação de sólidos do sistema de tratamento do pátio de estocagem de bauxita. O monitoramento neste ponto tem por objetivo monitorar o sistema como um todo, sendo possível verificar influências que porventura possam alterar o efluente, que é gerado pelo sistema de tanques de sedimentação das águas de drenagem das pilhas de minério do Porto. Os dados referentes ao monitoramento de efluentes industriais realizado no ano de 2009 para o ponto TP 2 são apresentados na Tabela 46.

Todos os resultados deste ponto ficaram dentro dos padrões legais para o lançamento de efluentes dos parâmetros analisados.

As análises químicas para fósforo total eram realizadas pelo laboratório BIOAGRI até abril de 2009. A metodologia deste laboratório tinha limite de detecção de até 1 mg/L. As análises do mês de maio de 2009 em diante passaram a ser realizadas pelo laboratório TASQA, cujo limite de detecção é de 0,01 mg/L.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 46: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto TP2 em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,05	0,06	0,06	0,08	0,10	0,07	0,08	0,07	0,09	0,21	0,14	0,07
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	71,0	58,0	58,0	30,0	38,1	74,2	66,1	58,4	64,2	38,4	32,4	72,8
DQO	mg/L	180	51,0	64,0	21,0	36,0	30,0	5,0	25,0	5,0	5,0	20,0	5,0	16,0
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,31	0,36	0,12	0,14	0,18	0,18	0,07	0,23	0,002	0,24	0,38	0,60
Manganês	mg/L	1	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,07	0,002	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	0,7	0,8	2,3	0,7	2,5	0,99	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50
pH	-	5 a 9	6,15	6,36	5,96	6,31	6,28	6,17	5,89	6,69	6,48	6,55	6,61	6,58
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	35,0	29,0	29,0	15,0	19,0	37,0	33,0	28,0	32,0	19,0	16,0	38,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,1	0,01	0,02	0,02	0,03	0,07	0,07	0,07	0,10	0,07	0,07	0,07
Temperatura	°C	< 40°	28,3	27,1	28,4	27,4	26,8	27,1	28,9	28,0	27,2	25,8	26,8	27,4
Turbidez	NTU	-	3,61	3,05	8,16	29,13	31,32	3,09	0,4	3,12	3,8	4,2	6,4	4,81
Fósforo Total	mg/L	-	*	1,0	*	1,0	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
Nitratos	mg/L	-	*	0,2	*	0,2	0,5	0,7	1,00	0,90	0,40	1,80	0,80	0,10
Nitritos	mg/L	-	*	0,02	*	0,02	0,003	0,005	0,006	0,003	0,003	0,005	0,005	0,003
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	0,1	0,1	*	0,1	0,18	0,23	0,1	1,07	0,22	1,57	0,25	0,21
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	1,3	*	0,41	0,43	0,57	0,99	0,10	0,97	0,60	0,53	1,42

* Não houve análise do parâmetro.



10.5 Estação de Tratamento de Esgoto

A planta de tratamento foi concebida segundo o processo de lodo ativado por aeração prolongada, destinando-se a depurar uma contribuição de esgotos sanitários correspondente a uma população de 10.000 pessoas, sendo a atual população de Trombetas de cerca de 6.500 pessoas. As principais características do efluente final estão listadas na Tabela 47.

Tabela 47: Características do efluente final - ETE (média mensal)

Concentração orgânica potencial (g DBO _{5,20} /m ³)	211 g/m ³
Concentração orgânica após tratamento (g DBO _{5,20} /m ³)	24,2 g/m ³
Concentração de coliformes totais (NMP/100 mL)	564.167 (NMP/100 mL)
Concentração de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	132.833 (NMP/100 mL)
Sólidos totais (g/m ³ ou mg/L)	207 mg/L

A Norma ABNT NBR 13969/1997 - Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, citada no Ofício ICMBio/Trombetas 083/2010, assim como a Norma complementar NBR 7229/1993 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, referem-se ao sistema tratamento de esgotos em tanques sépticos, ou seja, unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal, sendo destinadas, principalmente, ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas de redes coletoras (Chernicharo, 1997). Diferentemente do sistema de tratamento da rede de esgoto de Porto Trombetas, cujo processo utilizado é de lodo ativado por aeração prolongada, a nível secundário, mais sofisticado e eficiente.

10.5.1 Processo de tratamento de esgoto

A Estação de Tratamento de Esgoto é composta pelas seguintes unidades:

- Unidade de tratamento preliminar: grade manual, caixa de areia, medidor *Parshall* (Figura 516).
- Unidade de tratamento primário: tanques *Imhoff* - aproveitado da antiga depuradora existente (Figura 517).



Figura 516: Calha Parshall (medidor de vazão)



Figura 517: Tanques Imhoff (processo anaeróbio)

- Unidade de tratamento secundário: elevatória de esgoto bruto e de lodo, tanques de aeração, decantador secundário (Figura 518 e Figura 519).

O esgoto sanitário proveniente da vila residencial é direcionado para a estação de tratamento por gravidade, sendo inicialmente gradeado em grade manual. Em seguida e ainda por gravidade, é desarenado em caixas



de areia, cujo nível é regulado por um medidor *Parshall* localizado à jusante e, posteriormente segue por gravidade em direção aos tanques *imhoff*.



Figura 518: Tanques de aeração (processo aeróbio)



Figura 519: Tanque de decantação

Nos tanques *imhoff* o esgoto é inicialmente tratado por um processo anaeróbico, onde reduz cerca de 20% da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Os efluentes dos tanques *imhoff*, juntamente com o lodo de retorno do decantador, são encaminhados ao poço da estação elevatória. Através de bombas o esgoto é enviado para três tanques de aeração independentes dotados de aeração por ar difuso no fundo, onde, por processo aeróbico, é degradado por microorganismos. Esta é a fase mais importante de todo o processo, onde a DBO é reduzido a níveis acima de 90%.

Após o tratamento nos tanques de aeração o esgoto é enviado a um tanque de sedimentação onde se dará a separação das fases. O decantador projetado possui formato circular com remoção mecânica do lodo e espuma por uma ponte raspadora de tração periférica e onde o efluente final (esgoto tratado) transborda pela parte superior, sendo enviado ao rio Trombetas.

Neste mesmo tanque de sedimentação o lodo decantado retorna aos tanques de aeração para um novo tratamento e lodo excedente é enviado aos tanques *imhoff* através de manobras *stop logs*, garantindo vazões iguais para os dois tanques.

10.5.2 Especificações técnicas dos principais equipamentos

Os dados da Tabela 48 apresentam as especificações técnicas das bombas e dos sopradores da estação de tratamento de esgoto.

Tabela 48: Especificações técnicas das bombas e sopradores da ETE

ETE	Equipamento	Quantidade (unidade)	Especificações técnicas principais
Sala dos Sopradores	Sopradores de ar	03	Fabricante: Omel Modelo: Srh-0821 Nº Série: 174.267-C Cap: 5,74m³/H Pressão Bar: 6,740 Mm/Hg



ETE	Equipamento	Quantidade (unidade)	Especificações técnicas principais
			Rotação: 2800rpm Temp. Ent: 30°C Temp. Sai: 130°C
Estação Elevatória	Bombas elevatórias	03	Bomba Modelo: 6-15 VNCB Ano de Fabricação: 1991 Nº de Série: B00.172 Rpm: 765 Vazão: 250 m³ Alt. Manométrica: 8 m Rotor: 368 mm Pressão Hidrost.: 5 Kgf/cm² Rolamento: 7320 Potência: 15 CV Referência: 5930670-02 Fabricante: Hazleton

10.5.3 Características das principais unidades de tratamento

Os dados apresentados na Tabela 49 compreendem as especificações técnicas das bombas e sopradores da estação de tratamento de esgoto:

Tabela 49: Unidades de tratamento

Caixa de areia	Grade manual
Relação Largura/Comprimento: 1:22,5 Taxa de Aplicação Superficial: 1080 m³ / m².dia Controlador de Velocidade na caixa: Parshall 9" Velocidade para vazão mínima: 0,16 m/s Velocidade para vazão máxima: 0,32 m/s Altura da lâmina líquida máxima: 0,32 m/s Largura do canal: 0,85 m Comprimento do canal: 7,20 m Profundidade do depósito de areia: 0,20 m	Altura total da grade: 0,70 m Largura do conjunto: 0,60 m Espaçamento entre as grades: 20 mm Inclinação das barras: 45°



Tanques Imhoff Quantidade: 2 Diâmetro: 7,0 m Altura da parte cilíndrica: 6,0m Volume de cada tanque: 270 m ³ Tempo de detenção para vazão média: 3,2 h	Elevatória de despejo bruto e lodo Vazão de cada bomba: 250m ³ /h Numero de Bombas: 3 Volume entre o nível max. e min.: 6,2m ³ Dimensões da área: 1,90x3x80m Comprimento da Tubulação Ø 200 mm: 10,00 m Comprimento da Tubulação Ø 300 mm: 31,00 m Altura estática máxima: 5,15 m Altura manométrica total: 9,00 m.c.a
Célula de aeração Vazão de projeto: 4.000 m ³ /d DBO afluente a célula de aeração: 432 kg/d SSVTA: 3,8 kg SSVTA/m ³ Volume de célula de aeração: 945 m ³ Número de tanques: 3 Altura da lâmina líquida: 6,00 m Dimensões da área de cada tanque: 5,70 x 9,20 m Kg O ₂ /Kg DBO: 2 Necessidade de Oxigênio: 864 kg/d Sistema de aeração: Ar difuso Tipo de bolha: Fina Vazão de ar para o sistema: 10,86 mm ³ /min. Número de Sopradores: 3 Vazão por soprador: 5,43 m ³ / min. Pressão de trabalho: 6,50 m	Decantador Vazão de projeto: 4.000 m ³ /d Taxa de aplicação superficial: 20 m ³ /m ² d Área de decantação: 200 m ² Altura da parte cilíndrica: 2,20 m Volume útil total: 400 m ³ Tempo de tempo: 2h Diâmetro do decantador:16,00m

10.5.4 Instalações de apoio

- Unidade de apoio: salas de análises, dos sopradores e de comando elétrico.
- Utilidades consumidas: água e energia elétrica.

A Tabela 50 apresenta uma relação de todas as utilidades consumidas pela estação de tratamento de esgoto, finalidade a que são destinadas, seu consumo e forma de produção/origem.



Tabela 50: Utilidades consumidas

Utilidade	Finalidade	Consumo atual	Forma de produção/origem
Água tratada	Auto-consumo na planta	154m ³ /mês	Sistema de Tratamento de Água (ETA)
Energia elétrica	Auto-consumo na planta de tratamento de esgoto	23.147 MW/mês	Geração - UG II / UG I

10.5.5 Metodologia e procedimentos adotados

Os ensaios analíticos são feitos no laboratório da Estação de Tratamento de Esgoto em Porto Trombetas, no Laboratório Bioagri e atualmente pelo laboratório TASQA, empresas devidamente inscrita nos respectivos Conselhos Regionais de Química e cadastrada no Cadastro Técnico Federal do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) para execução de serviços de monitoramento ambiental e de ensaios laboratoriais.

As análises são desenvolvidas em conformidade com as especificações técnicas das Normas da ABNT e métodos analíticos dos parâmetros físico-químicos descritos no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21^a Edition, 2005, APHA-AWWA-WPCF*”.

A Tabela 51 apresenta as especificações técnicas dos equipamentos utilizados no monitoramento dos efluentes industriais. Os certificados de calibração de equipamentos encontram-se no ANEXO J1.

Tabela 51: Especificações técnicas dos equipamentos

Equipamento	Finalidade	Quantidade (unidade)	Especificações técnicas principais
Turbidímetro	Determinação de turbidez	01	Fabricante: Policontrol Modelo: AP2000 Nº Série: 990 Faixa de Leitura: 0 a 1000 Unidade: NTU
Colorímetro Digital - DQO	Determinação de Demanda Química de Oxigênio	01	Fabricante: Policontrol Modelo: Aquacolor Nº Série: 145 Faixa de Leitura: 0 a 800 Unidade: mg/l
Bloco Digestor	Auxilia na determinação da Demanda Química de Oxigênio	01	Fabricante: Policontrol Modelo: Digital Nº Série: 297 Faixa de Leitura: 0 a 150 Unidade: C°



Equipamento	Finalidade	Quantidade (unidade)	Especificações técnicas principais
Oxímetro	Determinação de Oxigênio Dissolvido	01	Fabricante: WTW Modelo: Oxi340B Nº Série: 83640012 Unidade: mg/l
Phmetro	Determinação do pH	01	Fabricante: Mettler Toledo Modelo: Mettlerl Nº Série: 57897 Faixa de Leitura: 0 a 14 Unidade: pH
Balança Analítica	Determinação do peso para análises de óleos e graxas e sólidos totais	01	Fabricante: Mettler Modelo: AE260S Nº Série: MettlerM99729 Faixa de Leitura: 0 a 150 Unidade: gramas

10.5.6 Monitoramento da planta

A estação de tratamento necessita de monitoramento com vistas ao controle do processo biológico por parte do operador e ao atendimento da legislação ambiental. Assim sendo, análises são feitas periodicamente nas frequências indicadas em cada unidade. A Tabela 52 apresenta o programa de monitoramento que é adotado na operação da planta.

Tabela 52: Monitoramento da planta

Unidade	Fluido	Parâmetro	Frequência
Calha Parshall (Afluente)	Esgoto Bruto	Vazão	Diário
		DQO	Semanal
		DBO	Semanal
		Óleos e Graxas	Semanal
		pH	Semanal
		Sólidos Sedimentáveis	Semanal
		Sólidos Totais, fixos e voláteis	Diário
		Turbidez	Semanal
Oxigênio Dissolvido	Diário		
Tanques de Aeração	“Liquor”	Oxigênio Dissolvido	Diário



Unidade	Fluido	Parâmetro	Frequência
		Sólidos totais, fixos e voláteis	Diário
		Microorganismo	Semanal
		Sólidos sedimentáveis	Diário
Calha Parshall (Efluente)	Efluente tratado	Vazão	Diário
		DQO	Semanal
		DBO	Semanal
		Óleos e Graxas	Semanal
		pH	Diário
		Sólidos Sedimentáveis	Semanal
		Sólidos Totais, fixos e voláteis	Diário
		Turbidez	Semanal
		Oxigênio Dissolvido	Diário
		Alumínio	Mensal
		Coliforme Fecal	Mensal
		Coliforme Total	Mensal
		Cloretos	Mensal
		Alcalinidade	Mensal
		Dureza	Mensal
		Fosfato	Mensal
		Fósforo total	Mensal
		Nitrogênio Amoniacal	Mensal
		Nitrato	Mensal
		Nitrito	Mensal
		Nitrogênio Orgânico	Mensal
Nitrogênio total	Mensal		
Sólidos em Suspensão	Mensal		
Sulfatos	Mensal		
Sulfetos	Mensal		
Temperatura	Mensal		

10.5.7 Descrição dos principais parâmetros medidos

- Vazão: para um bom controle da planta deve-se conhecer a variação da vazão do esgoto bruto ao longo de um dia, que não deverá se alterar, exceto em fins de semana.
- DBO/DQO: constituem em parâmetros fundamentais para o controle da planta.



A DQO é de grande utilidade, pois pode substituir a DBO assim que se conheça a relação entre os dois. De fato, a determinação de DQO, além de ser mais fácil que a DBO, é também mais rápida (cerca de 3 horas, ao invés de 5 dias), permitindo maior flexibilidade e rapidez no controle da planta.

- **Óleos e graxas:** é um parâmetro que mede o teor de óleos e graxas tanto de origem mineral quanto vegetal. Sua determinação, além de ser uma exigência legal, permite detectar possíveis excessos de matéria graxa no esgoto bruto, o que pode prejudicar o funcionamento da planta. Fontes de óleos e graxas podem ser representadas por infiltrações indevidas na rede de óleos minerais (lubrificantes e combustíveis) ou de gorduras vegetais ou animais provenientes de caixas de gorduras sobrecarregadas.
- **Oxigênio dissolvido:** trata-se de um dos parâmetros mais importantes no monitoramento do processo, pois seu controle é indispensável para garantir as condições aeróbias nos tanques de aeração, ditando a necessidade ou não de maior aporte de ar no “liquor”.
- **Sólidos sedimentáveis:** constituem um importante parâmetro de monitoramento do funcionamento da planta, além de ser também medido por exigências legais. No tanque de aeração sua determinação revela não só a quantidade de biomassa existente como também as condições de sedimentabilidade.

Por ser de fácil e rápida determinação (meia hora), a análise dos sólidos sedimentáveis pode, muitas vezes, substituir as análises de sólidos em suspensão, muito mais demoradas. Valores correntes de sólidos sedimentáveis situam-se entre 300 – 500 ml/L para serem entendidos como lodo com boa sedimentabilidade.

- **pH:** é um dos dois fatores primários (oxigênio dissolvido é o outro) de medição. O pH do “liquor” deve ser mantido próximo ao valor neutro para a ocorrência de uma adequada atividade metabólica. Embora o crescimento da biomassa possa ocorrer em valores situados entre 6 e 9, a taxa é menor. É provável também que indesejáveis de microorganismos possam aparecer fora da faixa de pH recomendada, ocasionando problemas de *bulking*. Valores recomendados situam-se entre 7,0 e 7,4. Experiências têm mostrado que é preferível manter o pH na faixa alcalina do que na ácida.
- **Microorganismos:** O conhecimento da fauna de microorganismo no lodo é uma “ferramenta” de grande importância no controle da planta. Uma boa biomassa é aquela que contém uma fauna variada de microorganismos (bactéria, protozoários e rotíferos) sem predomínio de nenhuma espécie.

10.5.8 Resultados

O efluente final da estação de tratamento de esgotos é direcionado para o rio Trombetas. A Tabela 53 e a Tabela 54 apresentam os resultados do monitoramento realizado durante o ano de 2009.



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 53: Resultados dos parâmetros avaliados no ponto ETE em 2009

Parâmetros	Unidade	Padrão legal	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alumínio	mg/L	-	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,30	0,07	0,22	0,29	0,23	0,13
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	34	28	30	18	21,4	38,4	34,2	32,1	36,2	38,4	36,2	38
DQO	mg/L	180	65	74	28	13	18	224	60	21	97	12	5	11
Ferro Solúvel	mg/L	15	0,34	0,01	0,17	0,16	0,28	0,04	0,04	0,002	0,05	0,13	2,40	0,05
Manganês	mg/L	1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,008	0,02	0,02	0,002	0,002
Óleos e Graxas	mg/L	20	1,2	0,6	1,3	1,5	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
pH	-	5 a 9	6,12	6,94	6,23	6,12	6,32	6,48	6,39	6,37	6,18	6,24	6,31	6,36
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	100	17	6,21	15	9	10	19	17	16,0	17,0	19	17	18,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1	0,3	0,01	0,01	0,01	0,02	0,1	0,30	0,07	0,20	0,30	0,07	0,07
Temperatura	°C	< 40°	28,40	27,06	25,67	26,08	30,00	27,09	28,88	28,15	30,30	29,57	30,70	29,40
Turbidez	NTU	-	2,87	13,08	6,31	6,94	7,61	7,08	20,6	1,8	1,6	0,4	1,8	3,56
Fósforo Total	mg/L	-	*	4,4	5,1	1,0	3,49	1,84	2,47	4,00	1,47	0,33	2,40	1,43
Nitratos	mg/L	-	*	5,3	9,4	*	8,5	8,4	9,50	4,00	1,70	4,20	3,00	10,60
Nitritos	mg/L	-	*	0,12	0,22	*	0,69	0,23	0,180	0,140	0,040	0,030	0,100	1,320
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	6	9	4,4	0,1	2,93	6,81	4,90	10,60	15,40	7,99	8,96	11,40
Nitrogênio Orgânico	mg/L	-	*	7	7,6	0,1	0,1	1,99	1,18	0,10	1,70	0,12	0,14	1,10

* Não houve análise do parâmetro.



Os dados a seguir demonstram o desempenho da ETE de Porto Trombetas ao longo do ano de 2009.

Tabela 54: Dados de monitoramento da ETE durante o ano de 2009

Mês	Volume (m³/s)	DBO			Coliformes	
		Afluente (mg/L)	Efluente (mg/L)	Eficiência (%)	Termotolerantes (NMP/100ml)	Totais (NMP/100ml)
Jan	0,034	130,0	20,1	84,5	140.000	900.000
Fev	0,034	128,1	20,75	83,8	140.000	300.000
Mar	0,033	187,7	29,77	84,1	50000	170000
Abr	0,034	221,1	16,31	92,6	170.000	350.000
Mai	0,034	201,8	26,0	87,1	170.000	540.000
Jun	0,035	202,0	28,2	86,1	34.000	280.000
Jul	0,034	201,7	27,6	86,3	90.000	220.000
Ago	0,033	190,6	25,6	86,6	170.000	920.000
Set	0,031	290,1	25,1	91,3	170.000	1.600.000
Out	0,027	197,0	18	90,9	120.000	900.000
Nov	0,026	282,9	21,0	92,6	170.000	240.000
Dez	0,027	298,9	31,8	89,4	170.000	350.000

A partir dos resultados obtidos, verifica-se que os níveis de eficiência do sistema de tratamento de esgotos de Porto Trombetas são satisfatórios. Em 2009 a ETE alcançou níveis de eficiência entre 83,8% e 92,6%, conforme dados apresentados na Tabela 54.

Cabe ressaltar que todo e qualquer processo de tratamento de efluentes industriais não tem eficiência de 100% e esta característica deve ser levada em consideração para uma correta avaliação dos resultados.

As análises bacteriológicas do período mostram predominância de rotíferos, ciliados livres e penduculados, com pouco e nenhum flagelado, anelídeos e nematóides no lodo dos tanques de aeração, o que confere ao lodo uma boa digestão.

Os valores de DBO demonstram condições bastante satisfatórias do efluente tratado, apesar de identificados alguns valores acima do limite máximo permitido para esta variável, que é de 5 mg/L nas águas de classe 2, nos pontos de monitoramento das águas superficiais ao longo do rio Trombetas, incluindo o ponto de referência TRT-1.

Na zona de mistura ocorre uma grande diluição da carga orgânica persistente no efluente devido à grande capacidade de assimilação do rio Trombetas, cujos valores registrados para o ponto de monitoramento TRT-8 (jusante do lançamento do efluente tratado da ETE) apresentam similaridade com o ponto TRT-1 (área natural usado como referência). Um estudo mais detalhado sobre a avaliação da autodepuração do rio em relação ao lançamento deste efluente está em sua fase final e assim que finalizado será apresentado aos respectivos Órgãos Ambientais.

As análises dos parâmetros cloretos, dureza, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico e nitrogênio total foram realizadas no período de janeiro a setembro no Laboratório da Bioagri em Belo Horizonte e, nos meses de novembro e dezembro, no Laboratório da TASQA em São Paulo.

Ao longo do ano foram executadas algumas ações com o objetivo de melhoria do processo de tratamento, quais sejam:

- Limpeza dos tanques *imhoff* 1 e 2 mensalmente, com exceção dos meses de fevereiro e novembro, quando caminhão limpa-fossa estava em manutenção;
- Manutenções preventivas e corretivas nos sopradores de ar e nas bombas elevatórias;



- Em agosto foi iniciado a implantação do sistema de automação dos equipamentos da ETE, nas bombas elevatórias, ponte raspadora, sopradores e medidores de vazão e pH;
- Instalação do medidor eletrônico de vazão no afluente da ETE;

Foi iniciada em outubro a construção de *by-pass* na estrada da estação com objetivo de propiciar a manutenção nas caixas de areia, gradeado e comportas. Com a construção do *by-pass* a ETE vai poder operar normalmente durante a manutenção desses locais.



11.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO

A área do Empreendimento da Mineração Rio do Norte está inserida entre o extremo meridional da bacia do rio Trombetas, já nas proximidades de sua foz e do rio Amazonas. O rio Trombetas, afluente da margem esquerda do rio Amazonas, nasce na fronteira do Brasil com a Guiana. Em sua formação, ele recebe águas dos rios Mapuera, Cachorro e Erepecú, seus principais tributários. Tem sua cabeceira no rio Curucuri, descendo da serra do Curucuri com o nome de rio Cafu, passando a chamar-se Trombetas a partir do encontro com o rio Wanamu, que desce da serra de Tumucumaque. Também é conhecido como rio Uaiximana ou Oriximiná.

Com cerca de 750 km de extensão, ele é largo, profundo e navegável por embarcações de até 500 toneladas numa extensão de 230 km. Nesse trecho navegável suas margens apresentam terrenos planos, onde se formam vários lagos. Sua foz fica em frente à cidade de Oriximiná, onde se junta ao Paraná de Sapucaá, cujo prolongamento é chamado de Baixo Trombetas.

Após o encontro com o Paraná Sapucaá chega a atingir 1800 m de largura, tendo seu leito dividido por várias ilhas estreitas e compridas, como a ilha de Jacitara. Nesta região de confluência dos rios Trombetas e Amazonas forma-se um complexo de ilhas e lagoas, dificultando a definição dos limites entre as drenagens dos grandes rios amazônicos.

A área de influência da Mineração Rio do Norte situa-se numa porção do grande sistema hidrográfico amazônico, cuja drenagem contribui para o rio Trombetas e para o sistema flúvio-lagunar Amazonas-Trombetas através do igarapé Saracá, que drena os platôs que fazem parte da rede minerária.

Regionalmente, um conjunto de platôs que compõe as superfícies aplainadas do planalto dissecado dos rios Trombetas-Negro consiste em um grande interflúvio de direção geral leste-oeste que separa as calhas do rio Trombetas (ao norte) e Nhamundá (ao sul). Os cursos d'água da porção norte deste sistema drenam para o rio Trombetas, possuindo direções aproximadas sul-norte. Os cursos d'água da porção sul drenam para o rio Nhamundá ou para o sistema de lagos existente na sua confluência com o rio Amazonas, possuindo direções gerais norte-sul.

A porção leste do sistema de platôs é drenada por uma série de igarapés que se dirigem para o lago Sapucaá, localizado a sudeste e um dos principais do sistema de lagos situado a margem direita da foz da foz do rio Trombetas. Os principais igarapés da porção oriental do sistema de platôs são Saracá e Araticum, sendo o Araticum situado ao sul e o Saracá o de maior importância, considerando a área de influência da mineração.

Uma série de pequenos igarapés possui suas cabeceiras nas vertentes norte e leste do platô Saracá e partem no sentido norte em direção à calha do rio Trombetas ou para nordeste e leste, em direção aos lagos que o margeiam. São, partindo de oeste, os igarapés do Moura (que deságua no lago do Moura à montante do povoado de Boa Vista, localizado na margem do rio Trombetas), o igarapé Água Fria (que deságua no rio Trombetas, à jusante de Boa Vista e à montante de Porto Trombetas), o igarapé Caraná (que deságua no extremo oeste do lago Batata) e os igarapés Papagaio e Inajatuba ou Batata (que deságuam na porção centro-sul do lago Batata).

Para a análise da disponibilidade hídrica da região onde está inserido o Empreendimento são realizadas medições sistemáticas da carga líquida (fluviometria) dos corpos d'água através de um programa de medição de vazão e calibração de postos limimétricos para determinação das séries de vazões nos igarapés Aviso, Araticum e Saracá das áreas adjacentes aos platôs Saracá, Almeidas, Bacaba e Aviso.

11.1 Metodologia e Procedimentos Adotados

A fluviometria trata das medições de vazão (curvas de descarga), em m^3/s , e das cotas (m) de um corpo hídrico. Desde 2005 essas medições são realizadas pela MRN sistematicamente nos igarapés influenciados pela atividade de mineração. No caso da cota, também são realizadas medições no rio Trombetas.



A medição da cota é realizada nas estações de monitoramento ambiental (pontos de monitoramento fluviométrico), por réguas linimétricas (fluviométricas) nos igarapés e no rio Trombetas. Para este plano de monitoramento são determinadas curvas de descarga dos postos de réguas fluviométricas com vistas ao estabelecimento das séries de vazões e estimativas de disponibilidade hídrica em função da área de drenagem de cada local.

Foram definidos quatro pontos de monitoramento (AT-2; AV-4; AT-4; SA-3) considerados significativos para a determinação do comportamento fluviométrico dos principais igarapés no entorno dos platôs em estudo. Posteriormente (no ano de 2008), iniciou-se um novo ponto de monitoramento denominado MB-1. Para tal só serão apresentados os resultados referentes às leituras das réguas linimétricas.

As medições de descarga líquida são efetuadas dentro das normas preconizadas pela ANA e CEMIG, utilizando molinetes adequados (Gurley do tipo Price ou micro-molinete do tipo Pygmi) a vau e todos os equipamentos necessários a sua correta execução. Para este levantamento são efetuadas no mínimo 18 medições verticais ao longo da seção transversal de medida, variando conforme a largura do manancial, com uma frequência de até quatro pontos de medidas de velocidade por vertical sempre que a vertical supere duas metros de profundidade. As demais quantidades de pontos de medidas de acordo com as profundidades são:

- Profundidades até 60 cm: um ponto de medidas velocidade;
- Profundidades até 1 m: dois pontos de medidas velocidade;
- Profundidades entre 1 e 2 m: três pontos de medidas velocidade.

As datas das campanhas foram escolhidas de forma a possibilitar uma boa definição das curvas-chave (relação entre os níveis d'água com as respectivas vazões de um posto) de cada local com cobertura uniforme das faixas de vazão. De posse das curvas de descarga dos postos de cada régua fluviométrica e dos dados obtidos no monitoramento nos diversos locais de medição, são gerados os gráficos de vazão para cada igarapé.

11.2 Localização dos Pontos de Monitoramento

Os pontos de monitoramento foram alocados de acordo com a influência que o platô em estudo exerce sobre os igarapés. Os pontos de monitoramento, assim como suas coordenadas geográficas e descrições, seguem na Tabela 55 e também podem ser observados na Figura 520.

Tabela 55: Pontos de monitoramento fluviométrico

Pontos	Descrição	Coordenadas (UTM - Fuso 21S)	Significância dos pontos em relação às respectivas áreas de influência
AT-2	Igarapé Araticum	562715 E 9802114 N	Localizado no igarapé Araticum, 3.000m a jusante da estrada de Terra Santa. Esse ponto tem por objetivo monitorar a influência dessa estrada sobre igarapé supracitado, além de monitorar a influência da lavra a sudeste do platô Aviso. Nesse ponto também está instalada uma régua fluviométrica para medir o nível da cota d'água nesse igarapé.
AV-4	Igarapé Aviso	562927 E 9802306 N	Localizado no igarapé Aviso, 50m a montante da foz para o igarapé Araticum. Esse ponto tem por objetivo monitorar as contribuições da estrada de Terra Santa e da lavra que ocorre na face leste do platô Aviso. Ademais, nesse ponto está instalada uma régua fluviométrica, para medir o nível nesse igarapé.



Pontos	Descrição	Coordenadas (UTM - Fuso 21S)	Significância dos pontos em relação às respectivas áreas de influência
AT-4	Igarapé Araticum	574272 E 9799744 N	Localizado no igarapé Araticum, a 6km da foz do lago Sapucúá. Nesse ponto está instalada uma régua fluviométrica para medir o nível da cota d'água nesse igarapé. Além disso, ele monitora a lavra na face sul do platô Bacaba.
SA-3	Igarapé Saracá	577679 E 9805776 N	Localizado no igarapé Saracá, 15km a jusante da captação de água do Km25. Esse ponto mede a influência das operações que ocorrem atualmente no platô Saracá e serve para monitorar as contribuições da face norte do platô Almeidas. Nesse ponto está instalada uma régua fluviométrica utilizada para medições de vazão e profundidade.
MB-1	Igarapé Saracá	554504 E 9817360 N	Localizado no igarapé Saracá na face sul do platô Monte Branco, ponto onde está localizada a régua fluviométrica.



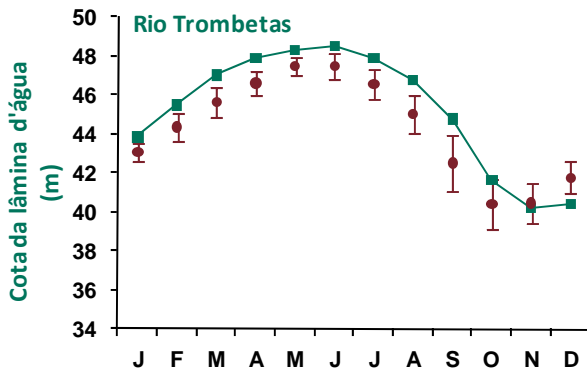
Figura 520: Localização dos Pontos de Monitoramento Fluviométrico



11.3 Resultados e Discussão

A seguir são apresentados os gráficos referentes à leitura de régua (m) no rio Trombetas (cota da lâmina d'água) e nos igarapés e a vazão (m³/s) nos igarapés no período entre maio de 2005 e dezembro de 2009. De forma a visualizar o comportamento das curvas e das séries de vazões em cada corpo hídrico, a Figura 521 até a Figura 530 apresentam os seguintes elementos aqui explicitados:

- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009.
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008.
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.



Nível Máximo registrado: 18 de junho de 2009 = 48,54
Nível Mínimo registrado: 09 de novembro de 1997 = 38,66

Figura 521: Leitura fluviométrica do rio Trombetas

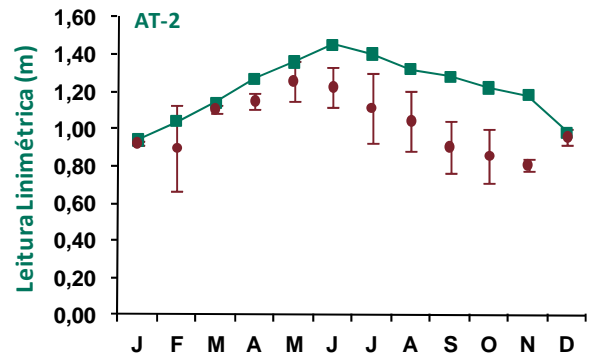


Figura 522: Leitura da régua linimétrica do igarapé Araticum (AT-2)

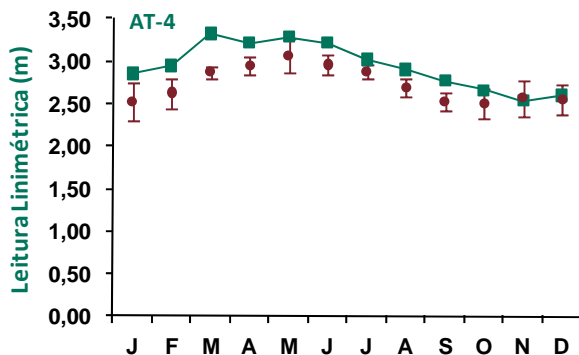


Figura 523: Leitura da régua linimétrica do igarapé Araticum (AT-4)

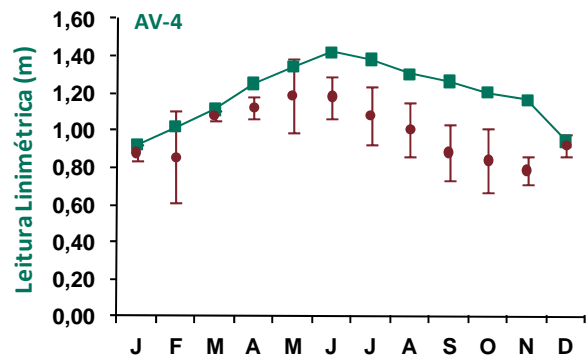


Figura 524: Leitura da régua linimétrica do igarapé Aviso (AV-4)

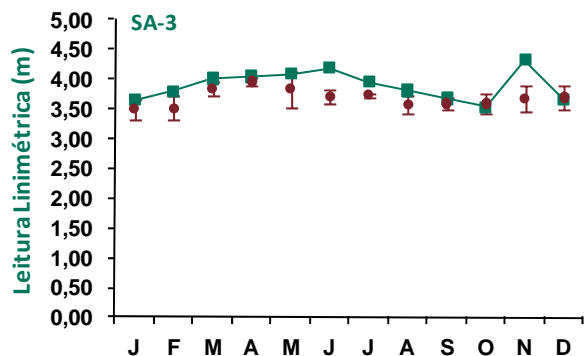


Figura 525: Leitura da régua linimétrica do igarapé Saracá (SA-3)

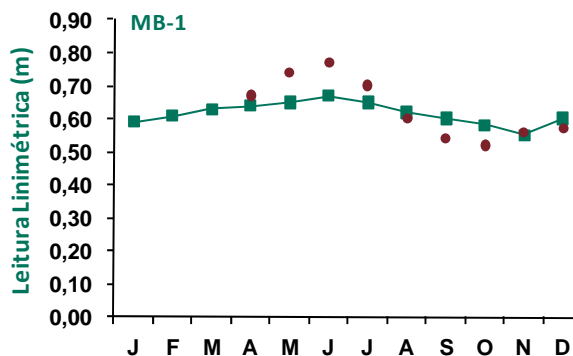


Figura 526: Leitura da régua linimétrica do ponto MB-1

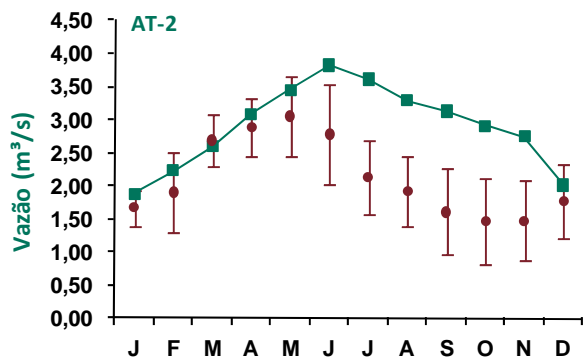


Figura 527: Vazão (m³/s) do igarapé Araticum (AT-2)

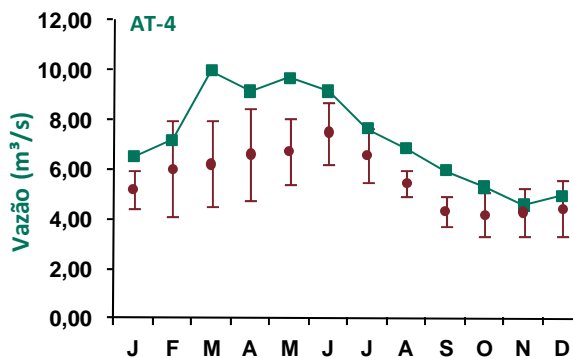


Figura 528: Vazão (m³/s) do igarapé Araticum (AT-4)

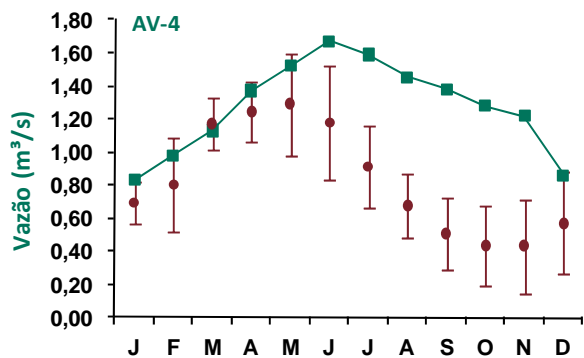


Figura 529: Vazão (m³/s) do igarapé Aviso (AV-4)

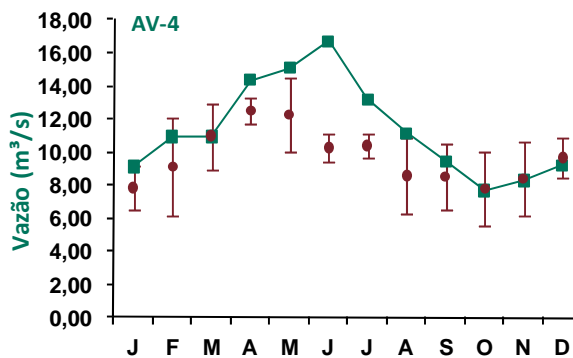


Figura 530: Vazão (m³/s) do igarapé Saracá (SA-3)

O regime hídrico da região estudada caracteriza-se por apresentar um período chuvoso nos meses de janeiro a junho, o que acarreta a elevação das vazões e do nível da coluna d'água dos corpos hídricos, e um período de estiagem compreendendo os meses de julho a dezembro, com diminuição dos deflúvios.

Observa-se que, durante o ano de 2009, os valores observados nas leituras linimétricas dos cursos d'água foram, em geral, superiores aos obtidos na série histórica de maio de 2005 a dezembro de 2008, exceto para o ponto de monitoramento MB-1, que apresentou cotas nos meses de abril a julho inferiores ao mesmo período do ano anterior. Ressalta-se que esta estação ainda encontra-se em fase de calibração da curva da série de vazões e, portanto, ainda não possui curva de descarga.



Cabe ressaltar que no ano de 2005 foi registrada a maior seca dos últimos 40 anos na região Amazônica. Esta seca afetou boa parte da região, especialmente o setor sudoeste do Amazonas e o Estado do Acre, e caracterizou-se por possuir o menor índice pluviométrico nos últimos 40 anos, ultrapassando períodos como os de 1925-1926, 1968-1969 e 1997-1998, até então considerados os mais intensos (INPE, 19/10/2005).

No primeiro semestre de 2009, segundo o INPE, e considerando os valores climatológicos, choveu acima da média histórica na maior parte dos setores central e norte do país. Os maiores totais acumulados no mês, superiores a 600 mm, ocorreram entre o extremo norte do Pará e a faixa litorânea do Ceará. Nessas regiões o excesso de chuva causou a elevação do nível dos rios e inundações em várias cidades. Estas chuvas associaram-se principalmente à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se posicionou ao sul de sua posição normal, e à formação de Linhas de Instabilidade ao longo da costa (INPE, 2009).

Nos gráficos apresentados verifica-se que, apesar dos valores elevados, o comportamento da curva de vazão dos igarapés no ano de 2009 está de acordo com o regime fluviométrico da região. A variabilidade entre os mananciais estudados ocorre, provavelmente, devido às características intrínsecas das bacias geradoras dos deflúvios, tais como a cobertura vegetal, a formação geológica e o uso do solo.



12.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO PIEZOMÉTRICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E DAS NASCENTES

Neste item serão abordados os resultados do monitoramento piezométrico e dos resultados de qualidade da água subterrânea, monitorada através dos piezômetros profundos e das águas das nascentes localizadas no platôs.

12.1 Geologia Regional

A Bacia do Amazonas é considerada do tipo fratura interior continental no seu período inicial (1750 a 1500 m.a.) evoluindo para o tipo sinéclise interior continental, onde se deu a deposição de sua seqüência estratigráfica que vai do Neo-Ordoviciano até o final do terciário (Castro *et al*, 1988 *apud* Torres, 1989).

Segundo CAPUTO (1984 *apud* Torres, 1989), a Bacia do Amazonas compreende as antigas bacias do médio e baixo Amazonas, com cerca de 6.000 metros de sedimentos, essencialmente terrígenos, numa área de 400.000 km². Situa-se ao norte do Brasil entre os escudos das Guianas ao norte e Brasileiro ao sul. Possui forma alongada e estreita, sendo limitada a leste pelo Arco de Gurupá, a oeste pelo Arco de Purus, com as sub-bacias do alto e médio Amazonas, limitadas entre si pelo Alto de Monte Alegre (Figura 531).

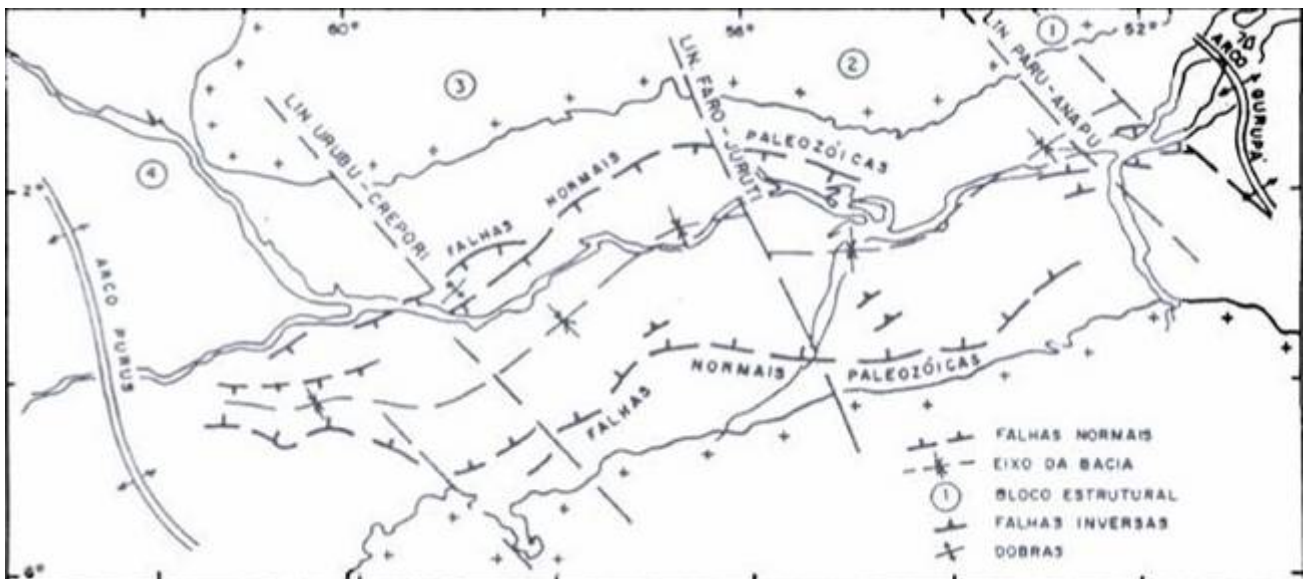


Figura 531: Estruturação da Bacia do Amazonas (modificado de Torres, 1989).

A sub-bacia do Baixo Amazonas está situada sobre a faixa móvel da província Maroni-Itacaiunas, constituída de rochas graníticas e metasedimentares (Cunha *et al* 1994), desenvolvida no Proterozóico inferior. A sub-bacia do Médio Amazonas está situada sobre a província da Amazônia Central (Torres, 1989).

O embasamento da bacia é formado por rochas vulcânicas e intrusivas do Grupo Uatumã e sedimentos da formação Prosperança e Acari, sendo preenchidos por seqüências sedimentares Paleozóicas, corpos ígneos do Mesozóico, clastos continentais do terciário e aluviões recentes (Caputo, 1972). A partir de datações radiométricas de rochas básicas da bacia, através do método K/Ar, reconheceu-se pelo menos dois ciclos magmáticos, ocorridos no terciário (Caldasso & Hama, 1978 *apud* Torres, 1989). A área em questão está situada no flanco norte da bacia do Amazonas, na região centro-oeste do Pará, margem esquerda do rio Amazonas.



O horizonte principal da bauxita, na região de estudo, é confinado ao intervalo estratigráfico Terciário-Quaternário, Grupo Barreiras ou Formação Alter-do-Chão, que se constitui de siltito com intercalações de arenito arcoseano, sobrepostos por uma seqüência de mais de 100m de espessura de sedimentos inconsolidados, caracterizados pela existência de areia argilosa e argila arenosa com lentes de arenito, silte e areia. Os horizontes da bauxita estão localizados no topo da seqüência e são normalmente cobertos por argila amarela, como apresentado na Figura 532.

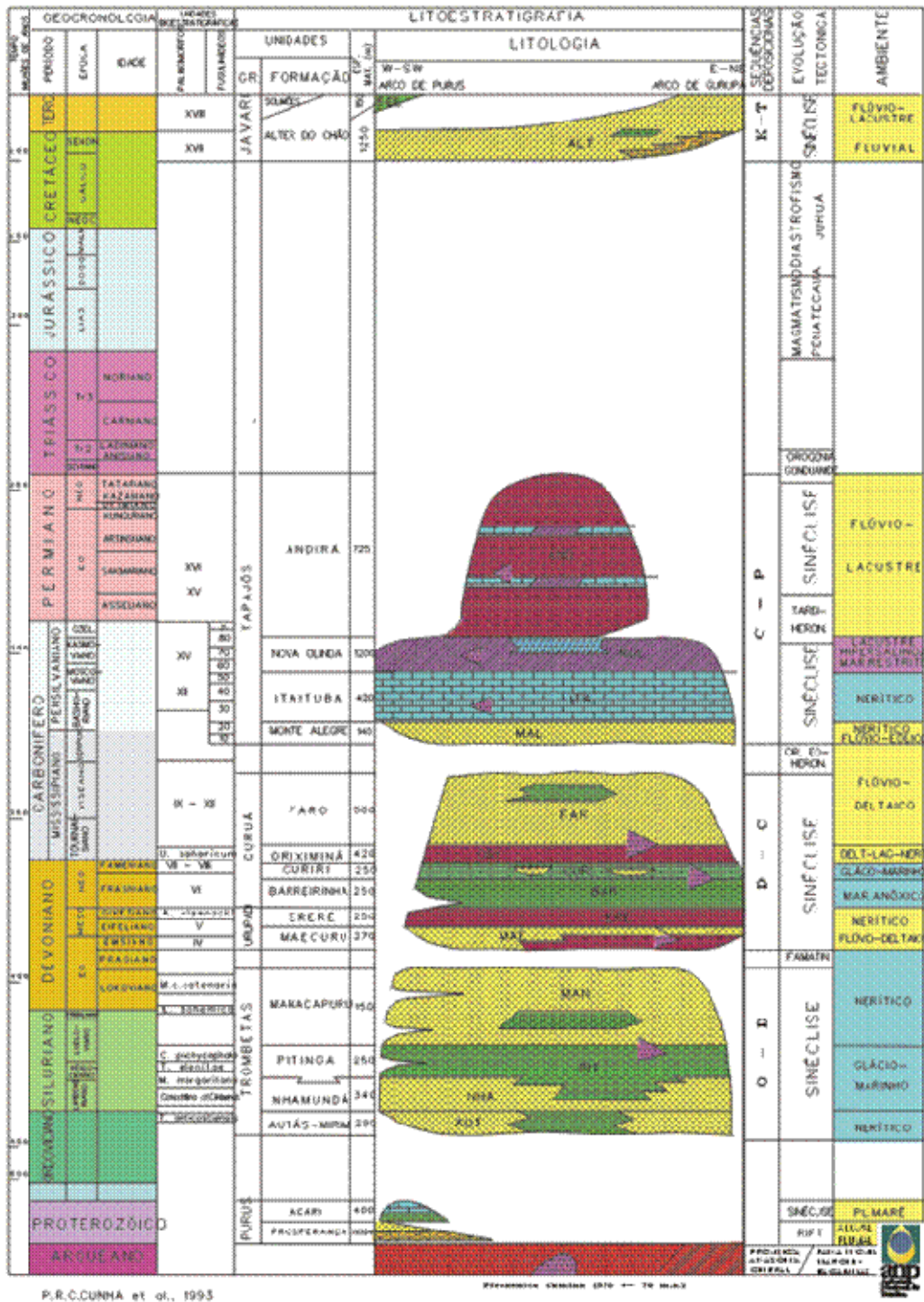


Figura 532: Perfil litoestratigráfico da Bacia do Amazonas.



O desenvolvimento dos depósitos de bauxita está diretamente relacionado com o manto de intemperismo tropical. Numa conceituação generalizada, as camadas lateríticas bauxíticas recobrem o substrato rochoso, fazendo parte do manto de intemperismo desenvolvido pela alteração de minerais alumino-ferruginosos das rochas alcalinas, básicas e ácidas, bem como de rochas sedimentares argilosas situadas a certa profundidade ou próximas à superfície.

Segundo o Mapa Geomorfológico da Folha Santarém (RADAMBRASIL, 1996), a área de estudo encontra-se enquadrada na unidade do Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro. Esta unidade morfoestrutural, encontra-se limitada a norte pelo Planalto Rebaixado da Amazônia e a sul pela Planície Amazônica, abrangendo terras dos estados do Pará e Amazonas, cujo limite é o rio Nhamundá. O Planalto Dissecado do Rio Trombetas ocupa uma extensão restrita, correspondendo ao interflúvio do baixo curso dos rios Negro e Trombetas. Sua principal característica é o dissecamento fluvial intenso, o que ocasionou uma conservação reduzida de suas superfícies aplainadas, muito recortadas, que ocorrem somente nos interflúvios, ou seja, no topo dos denominados platôs (Brandt, 2001).

Segundo os estudos do Projeto RADAMBRASIL (1976), os principais grupos de solos que ocorrem na região de Porto Trombetas são os latossolos, os podzóis e os solos hidromórficos e aluvionares, além dos litólicos de forma subordinada.

As bauxitas de Porto Trombetas ocorrem em camadas de grandes extensões, praticamente horizontais, limitadas às bordas dos platôs. Os platôs do vale do Rio Trombetas possuem superfícies tabulares aplainadas, com variações não superiores a 10m. Apresentam-se destacados no relevo e bastantes recortados, evidenciando um estágio geomorfológico avançado. As maiores altitudes estão entre 230m e 130m, e as menores entre 80m e 60m. As vertentes formadas dos pontos mais altos dos platôs até as planícies aluviais principais possuem declividades médias inferiores a 20%.

Os jazimentos de bauxita na região de Trombetas formam um dos mais importantes depósitos superficiais atualmente conhecidos desse minério. Por serem depósitos típicos de formação por processos intempéricos, onde o clima, os altos índices de precipitação, a umidade e os sistemas de drenagem são fatores fundamentais, a faixa tropical em que se encontra a região de Porto Trombetas hospeda as maiores reservas mundiais de bauxita.

A geomorfologia dos platôs do Vale do Rio Trombetas é semelhante a de morros testemunhos, porém sem escarpas. Apresenta padrão de drenagem dentrítico radial, com direções de drenagens que acompanham o eixo maior dos platôs.

A Figura 533 ilustra a descrição da seção ideal através do material bauxítico, sintetizando as principais variações laterais e verticais dos jazimentos de bauxita nas áreas de Porto Trombetas (baseada em observações de campo, descrição de testemunhos e relatos de diversos autores).

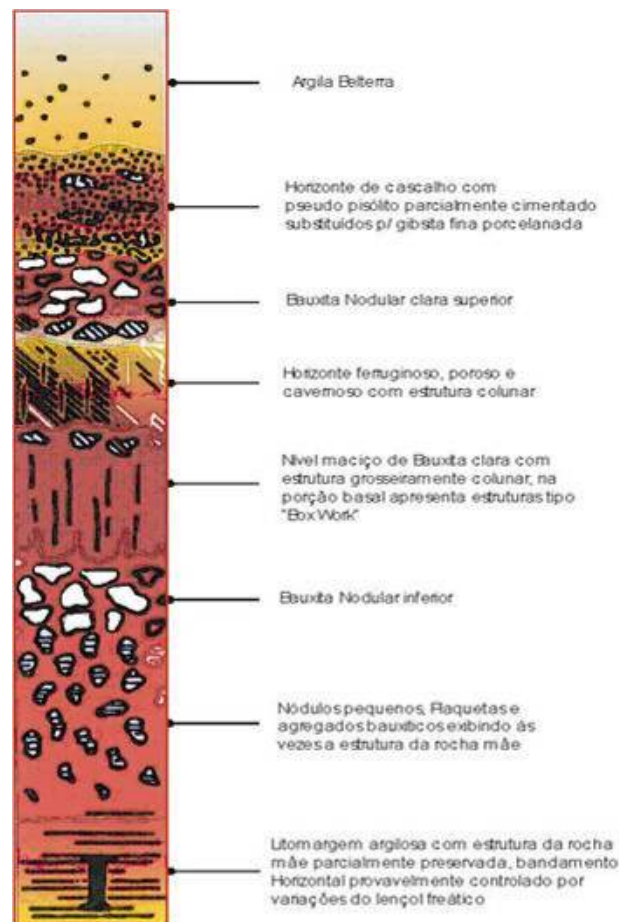


Figura 533: Perfil esquemático das ocorrências de bauxita de Porto Trombetas.

12.2 Condições Hidrogeológicas

Os aspectos da geologia regional fundamentam as características hidrogeológicas dos platôs, os quais se encontram parcialmente inseridos na formação geológica Alter-do-Chão. Sob a perspectiva hidrogeológica é possível identificar dois conjuntos distintos, que estão situados a partir da base em direção ao topo, os quais manifestam certa permeabilidade e permitem classificá-los como aquíferos.

Por uma parte se encontra o conjunto constituído pelos siltitos com intercalações de arenito arcoseano, com variações verticais na permeabilidade, que inclui desde verdadeiros aquíferos (arenitos) até aquípardos (silte). O conjunto, de mais de 100m de espessura de sedimentos inconsolidados, mostra globalmente uma permeabilidade vertical reduzida, mas com intercalações de alta permeabilidade horizontal a favor dos arenitos. Neste conjunto o fluxo principal da água é vertical por gravidade, muito lento, com possibilidade de aquíferos suspensos quando as águas encontram horizontes com maior componente argilosa, que dão lugar à saídas laterais da água em pequenos mananciais dispersos.

Por outra parte, a grande extensão regional de um nível profundo de arenitos, muito permeáveis, origina um conjunto importante de mananciais cujas águas afluem diretamente aos igarapés, lá onde são interceptados, como consequência da erosão fluvial. Perto do topo da seqüência estão os horizontes bauxíticos, que têm uma permeabilidade reduzida, mas não desprezível. As águas de infiltração, acumuladas neste horizonte podem fluir para a periferia, dando lugar a mananciais dispersos pela borda do platô, enquanto que outra parte da água, localmente reduzida, mas globalmente muito importante, infiltra-se verticalmente através do aquípardo anteriormente descrito até alcançar os horizontes arenosos de boa permeabilidade.



Este aquífero de baixa permeabilidade está normalmente coberto pela argila amarela e por horizontes lateríticos que se caracterizam predominantemente como permeáveis, fazendo com que as águas de precipitação se infiltrem quase que completamente nos platôs, tornando-se assim as próprias áreas de recarga contribuintes para as águas subterrâneas da região.

De maneira geral os platôs (interflúvios) são as áreas de recarga do sistema. Por enquanto as áreas vizinhas dos igarapés (talvegues) são as áreas de descarga. Nestas condições os fluxos da água subterrânea saem das áreas centrais dos platôs e alimentam as drenagens suspensas e os igarapés circundantes. No fundo das cavas de lavra, na parte central dos platôs, se tem relatado que o nível da água chega a aflorar. Deduz-se com isso que se forma uma superfície de escoamento sub-horizontal devida à baixa permeabilidade dos sedimentos inferiores. Assim os horizontes lateríticos retêm a água apesar de permeáveis.

A água migra lentamente em direção às encostas, onde se localizam os mananciais suspensos, mas principalmente para os igarapés, no aquífero de base, onde nascem os talvegues, sem grandes concentrações de vazões e em um fluxo naturalmente regulado. Neste tipo de modelo as áreas dos anfiteatros naturais nas encostas devem apresentar a maior concentração de afluxo da água (Figura 534).

Em 2001 foram realizados ensaios nos piezômetros para determinação de condutividade hidráulica e o valor de K (cm/s) obtido para a argila variegada foi de 1×10^{-5} cm/s. Para a camada de estéril preferiu-se utilizar os sumidouros existentes na época e fazer medidas expeditas de infiltração, o que levou ao valor de 1×10^{-4} cm/s para o estéril, que é cerca de dez vezes maior do que o da argila variegada.



Figura 534: Comportamento esquemático vertical do fluxo subterrâneo.

O esquema hidrogeológico conceitual descrito permite diferenciar, de baixo para cima:

- Mananciais ligados ao pacote detrítico de base da Formação Alter-do-Chão, que são os que apresentam maiores e mais constantes vazões, sem grandes variações sazonais, que alimentam aos igarapés;
- Mananciais a meia encosta, correspondentes à presença local de intercalações mais argilosas, que provocam a existência da águas suspensas e têm um regime sazonal, com vazões que podem anular-se na época seca;
- Mananciais que se localizam na borda do afloramento da bauxita, com vazões reduzidas, mas relativamente constantes. O lençol freático deste aquífero aflora no talude, na altura do contato entre a camada de argila variegada e argila vermelha.



12.3 Micro-bacia Saracá-Araticum

A micro-bacia de drenagem fluvial do Saracá-Araticum comporta os platôs Almeidas, Aviso e Saracá – atualmente minerados –, os platôs Papagaio e Periquito – já exauridos – e os platôs Aramã, Bacaba, Bela Cruz, Cipó e Monte Branco – ainda não minerados – mostrando-se assim como uma importante micro-bacia, com características bastante significativas para contribuição dos estudos comparativos dos diversos parâmetros de monitoramento.

Esta micro-bacia é composta por canais de escoamento intimamente relacionados. Percebem-se duas características marcantes na bacia de drenagem: (i) existem vários capilares que deságuam diretamente no Lago Sapucá e (ii) os capilares deságuam nos canais principais da micro-bacia para então escoar para o respectivo lago. Seguindo estas características, pode-se classificar o seu escoamento global como endorréico. Os cursos d'água da bacia são perenes.

A rede de drenagem, de maneira geral, apresenta o padrão dendrítico, com algumas peculiaridades no seu contexto, como padrões paralelos e anelar-elípticos. Sua tropia é bidirecional, a sinuosidade predominantemente é curva, a angularidade é média apresentando anomalias em arco e orientada no padrão estrutural predominante existente na região, com direção E-W.

Padrões foram desenvolvidos para o melhor entendimento da bacia, reconhecendo que nenhum desses parâmetros deve ser entendido como capaz de simplificar a complexa dinâmica da mesma, inclusive em magnitude temporal. Como parâmetros físicos possui área de 939.433.919,56 m² e perímetro de 206.585,55m, sua forma alongada lembra um elipsóide, sua densidade é de média a alta, possui três canais principais: dois de quarta ordem (Saracá e Araticum) e um de terceira ordem (Canalzinho do Saracá). Constata-se uma direção dominante NW-SE, onde os principais canais deságuam no sentido SE.

12.4 Metodologia e Procedimentos Técnicos

O monitoramento piezométrico contempla uma rede de pontos distribuída dentro dos limites de uma micro-bacia composta por uma densa rede de drenagem formada pelos igarapés Saracá e Araticum. A Figura 535 apresenta os pontos de monitoramento e a rede de drenagem.

O monitoramento piezométrico foi realizado mensalmente durante o ano de 2009. Foram realizadas medidas dos níveis de água nas minas de Saracá, Almeidas e Aviso, em lavra, e do platô Periquito e Papagaio Oeste, estes já exauridos. Foram instalados nos platôs ainda não minerados piezômetros rasos e profundos, cujos dados constam no ANEXO J5. Estes piezômetros serão monitorados nos meses em que os índices pluviométricos forem superiores ou inferiores que a do ano corrente a fim de se estabelecer uma correlação com os já monitorados e corroborar com os dados levantados anteriormente dando uma contribuição regional.

Nas áreas de lavra os piezômetros são do tipo Casagrande e as células piezométricas foram instaladas 7 metros abaixo da argila variegada. Estes piezômetros podem não registrar o nível de água devido às células piezométricas estarem acima do nível freático dos platôs. Assim foi construído um piezômetro mais profundo (com cerca de 102m) no centro de cada platô e sua célula foi instalada próxima da cota de base das nascentes mais perenes que circundam o mesmo. A Figura 536, a Figura 537 e a Figura 538 ilustram o perfil construtivo dos piezômetros.



Figura 535: Micro-bacia do Saracá-Araticum e Rede de Monitoramento

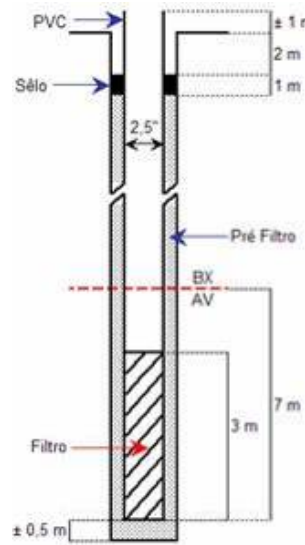


Figura 536: Perfil construtivo esquemático dos piezômetros rasos em áreas com lava.

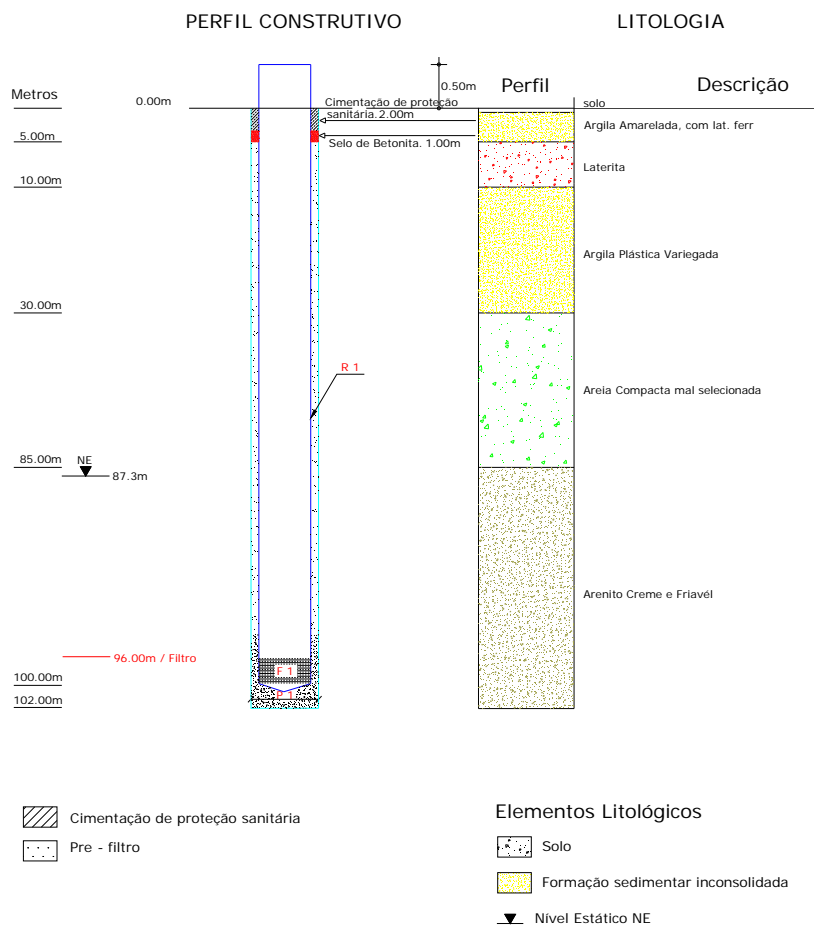


Figura 537: Perfil construtivo esquemático dos piezômetros profundos.

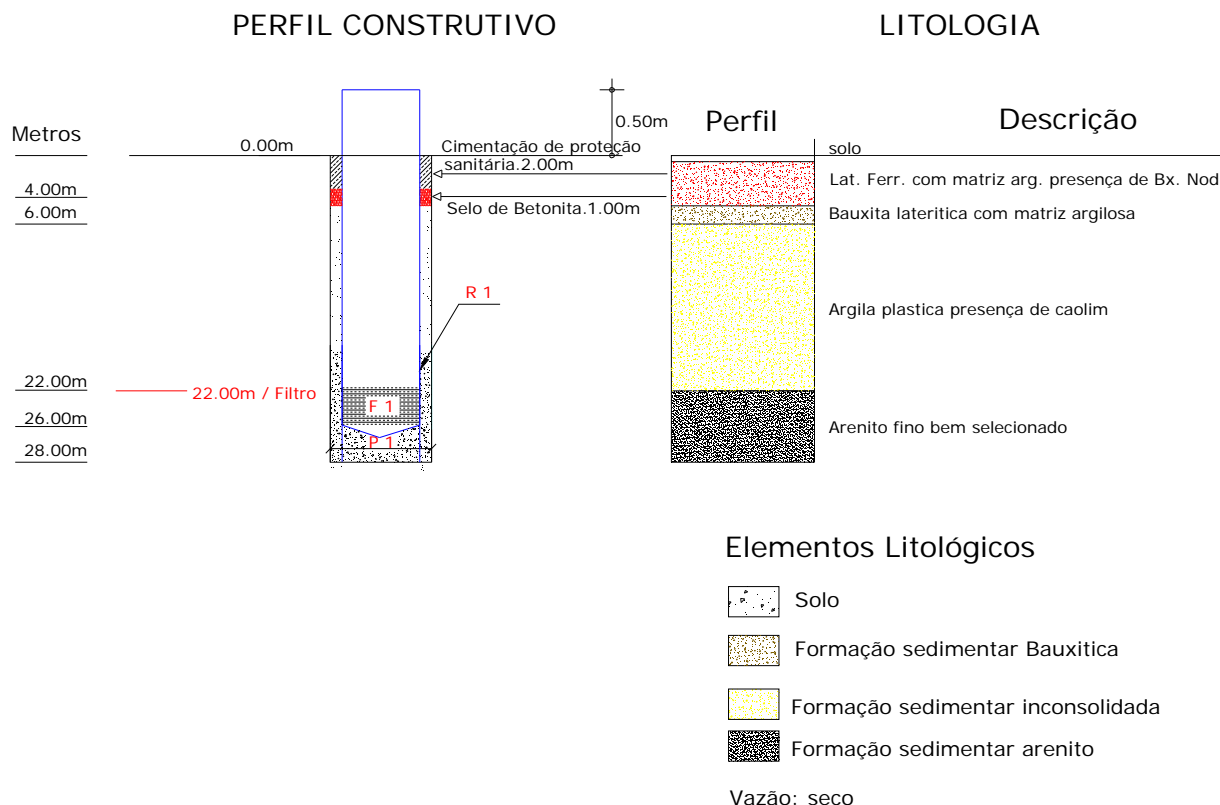


Figura 538: Perfil construtivo esquemático dos piezômetros rasos e em área reflorestada.

Nos arredores dos platôs foram localizadas as nascentes que se encontram alinhadas possivelmente com a bateria de piezômetros para se fazer a devida correlação com os mesmos e gerar um modelo esquemático, onde é possível visualizar o posicionamento do lençol freático de uma forma geral para cada platô em estudo.

O foco principal do monitoramento se dá principalmente nos platôs em atividade de lavra e nos já exauridos, a fim de gerar dados substanciais para efeitos de uma interpretação comparativa entre os mesmos a respeito de seus comportamentos hidrogeológicos durante e depois da atividade mineradora.

A elaboração dos mapas piezométricos e perfis nas áreas dos platôs compreenderam duas etapas: criação de mapas piezométricos e confecção dos modelos. Foram utilizados os softwares *Spring 5.0.4*, desenvolvido e distribuído pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e *Surfer 8*, software próprio para modelagem de superfícies e que mostrou ter muitos recursos para este tipo de trabalho, inclusive indicando o fluxo dos lençóis subterrâneos.

A partir das cotas dos níveis de água registradas no interior dos piezômetros e das cotas das nascentes, foi possível elaborar o mapa hídrico potenciométrico no formato *Surfer Grid*, tanto do nível piezométrico quanto da topografia dos platôs, esta última tendo sido obtida através de levantamentos aerotransportados de radar.

Esta metodologia auxilia bastante no que diz respeito ao posicionamento de tubulações para descida de água dos platôs, haja vista que podemos dimensionar os igarapés que receberam este aporte de água. Neste mesmo trabalho a metodologia foi estendida para os valores obtidos de uma malha profunda de piezômetros bem distribuída na região dos platôs, juntamente com alguns rasos conhecidos na área industrial, obtendo-se assim as mesmas informações refletidas em uma interpretação de escala regional.



A metodologia aplicada apresenta a desvantagem de necessitar de um grande número de pontos de controle. Os modelos 3D mostrados neste trabalho, por vezes, podem apresentar um resultado que parece ser exagerado devido à confecção da superfície com um número reduzido de pontos. Contudo esta limitação é superada quando conseguimos observar o comportamento do lençol freático no que diz respeito à direção de fluxo.

12.5 Resultados

12.5.1 Modelo regional

Foram elaboradas superfícies do lençol freático juntamente com as suas curvas isopotenciais e acrescentadas da direção preferencial do fluxo subterrâneo, onde teremos uma “saída” do lençol freático desaguando nos igarapés em torno dos platôs. A Figura 539 e Figura 540 apresentam o resultado obtido para o modelo regional.

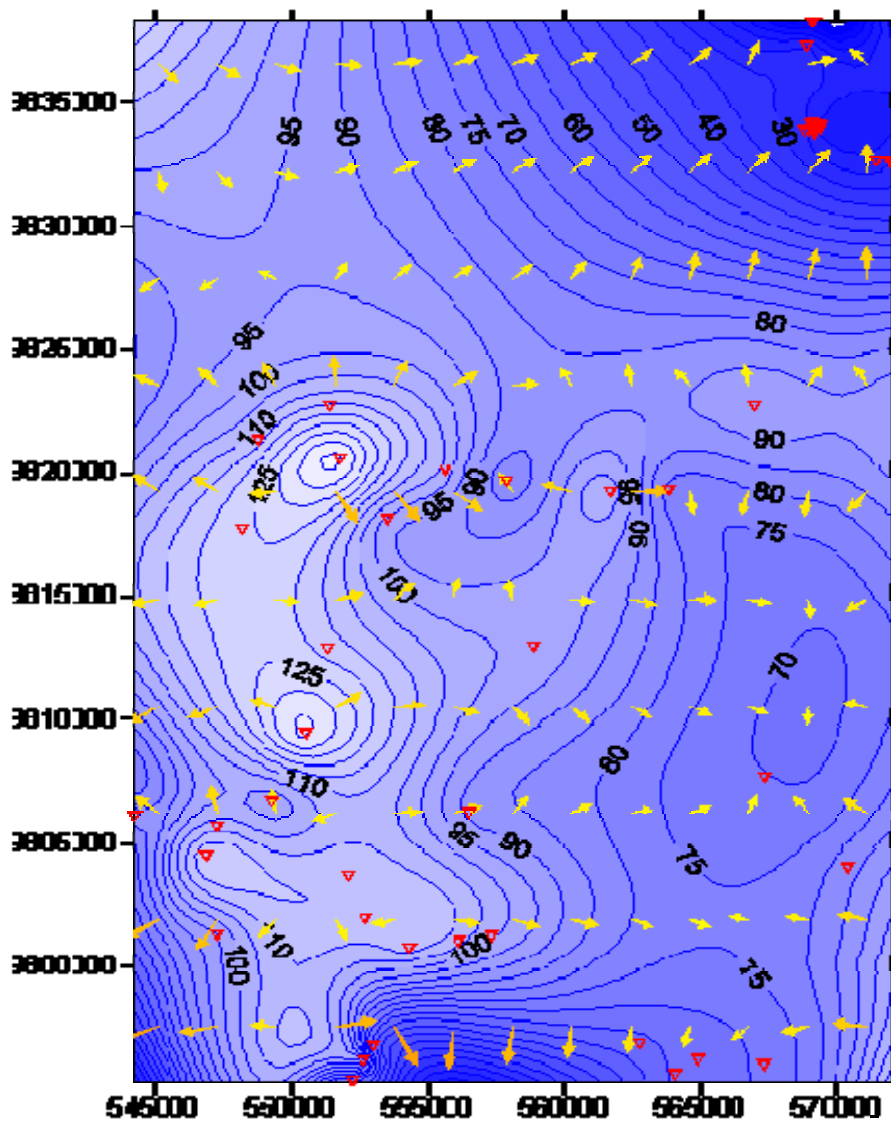


Figura 539: Curvas isopiezométricas do modelo regional.

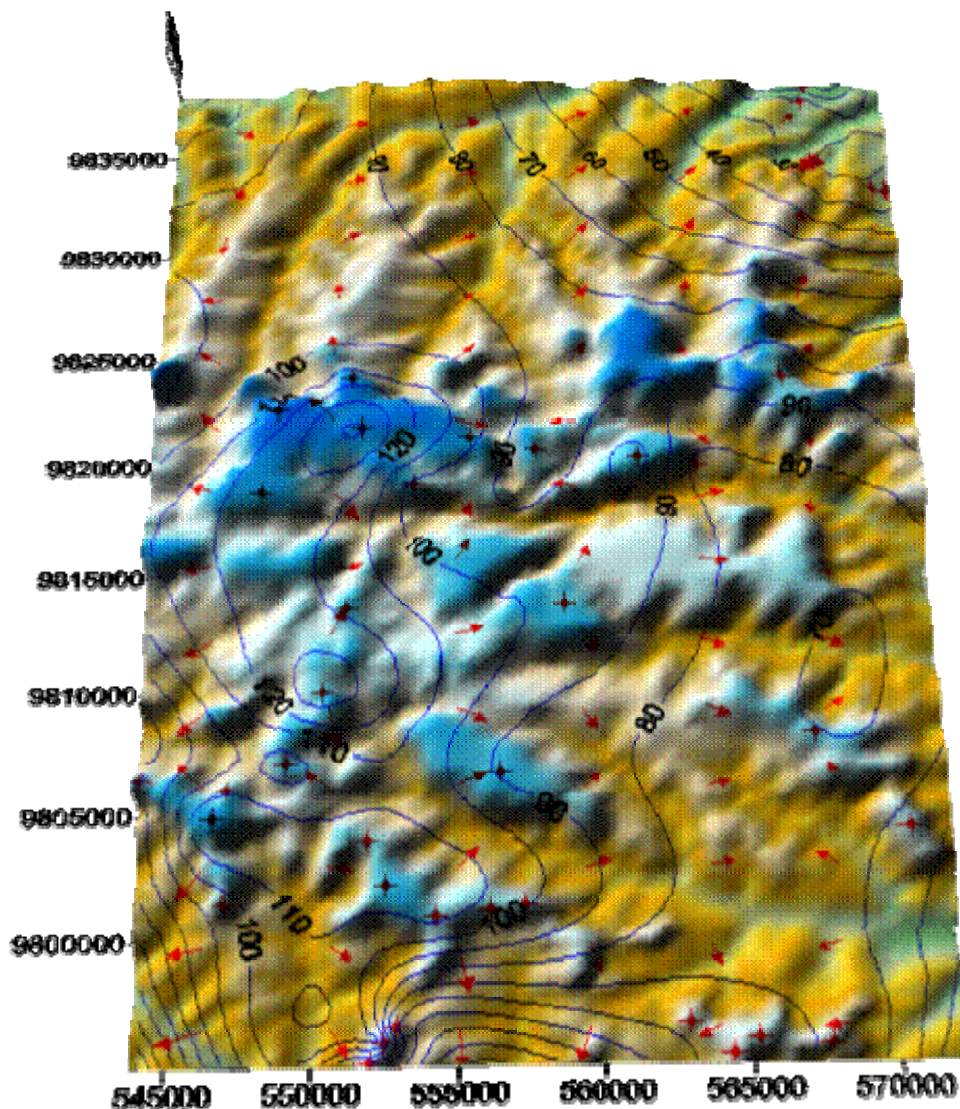


Figura 540: Modelo 3D de terreno e direção preferencial do fluxo subterrâneo.

12.5.2 Platô Saracá

O platô Saracá possui 19 piezômetros rasos, com uma profundidade de instalação que varia de 4,21 a 26,17 metros e 1 piezômetro profundo com 102m. A maioria dos piezômetros apresentou água em seu interior (PZSA3, 5, 6, 8, 13, 14, 15 e 17), mas outros não chegaram a registrar o nível d'água devido à profundidade de instalação não alcançar os bolsões argilo siltosos descritos na explanação hidrogeológica. Já os demais rasos conseguiram, mesmo que sucintamente, registrar variações sazonais quando comparados com dados pluviométricos, conforme apresentado na Figura 541 e Figura 542.

O profundo, com média de seu NA com 56,9m, apresentou um nível dinâmico de 2,33m em relação aos meses medidos e foram localizadas seis nascentes em torno do platô.

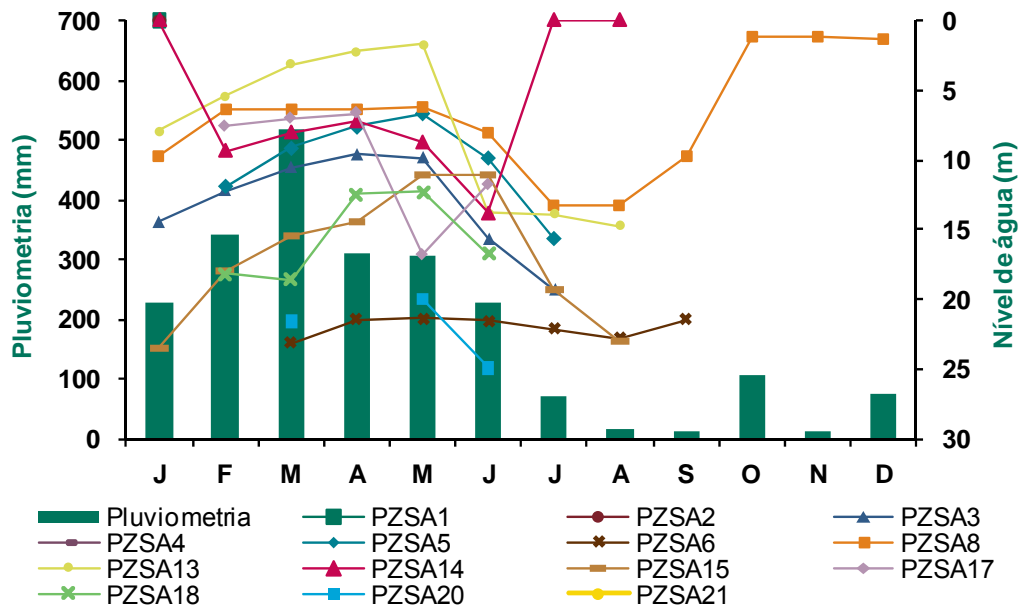


Figura 541: Gráfico comparativo do nível d'água medido nos piezômetros monitorados no platô Saracá.

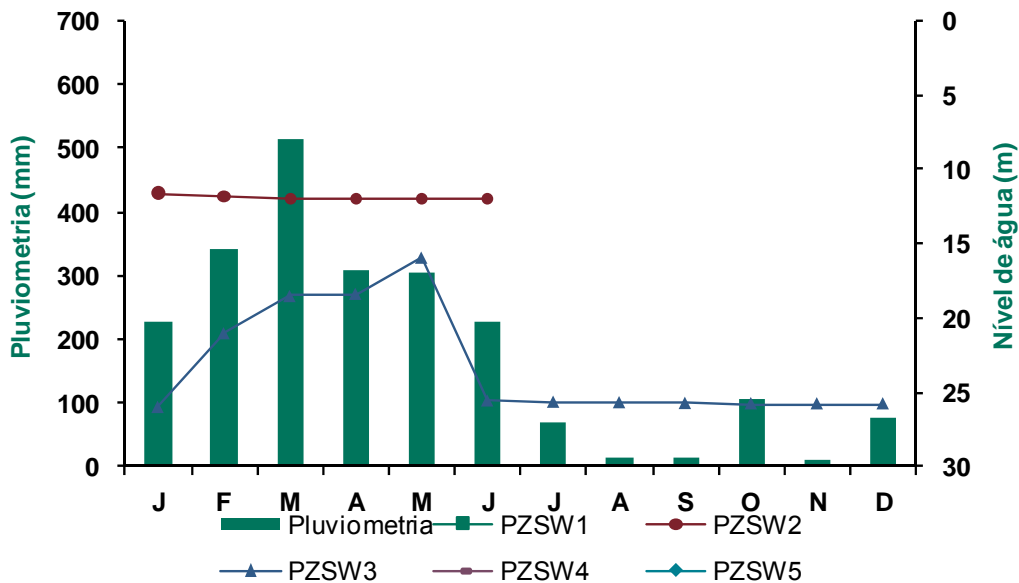


Figura 542: Gráfico comparativo do nível d'água medido nos piezômetros monitorados no platô Saracá Oeste.

A partir dos dados coletados foi possível construir superfícies isopiezométricas (Figura 543) e o modelo 3D do terreno (Figura 544).

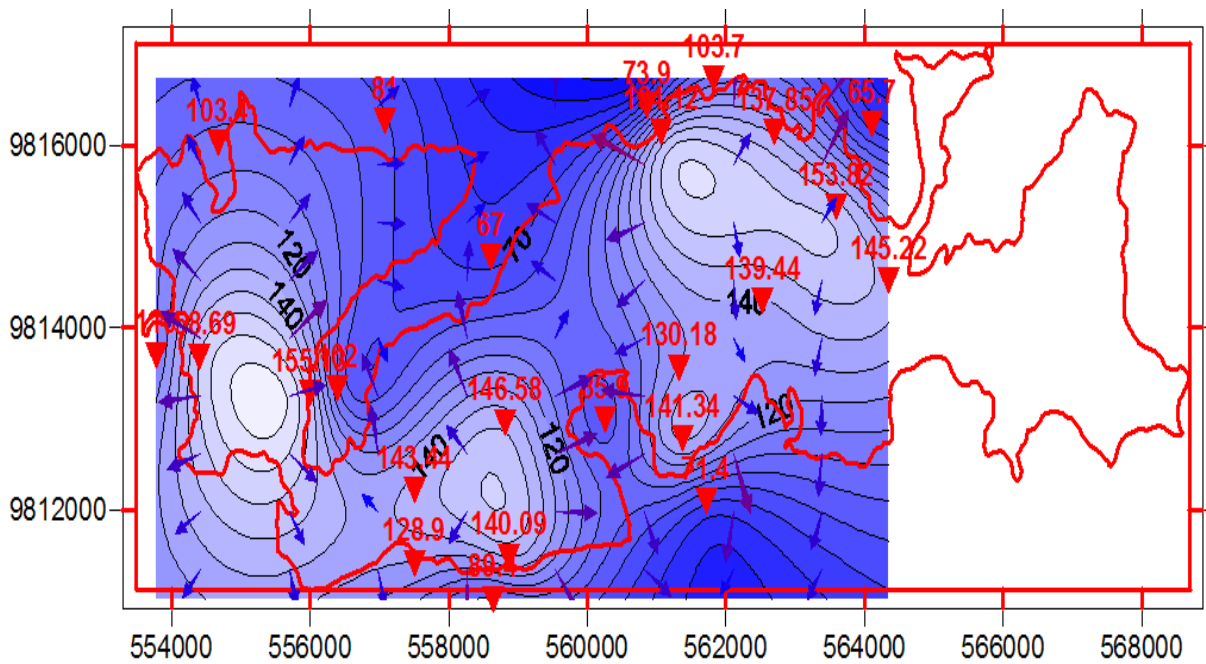


Figura 543: Superfície com curvas isopiezométricas e pontos com valores potenciométricas do platô Saracá.

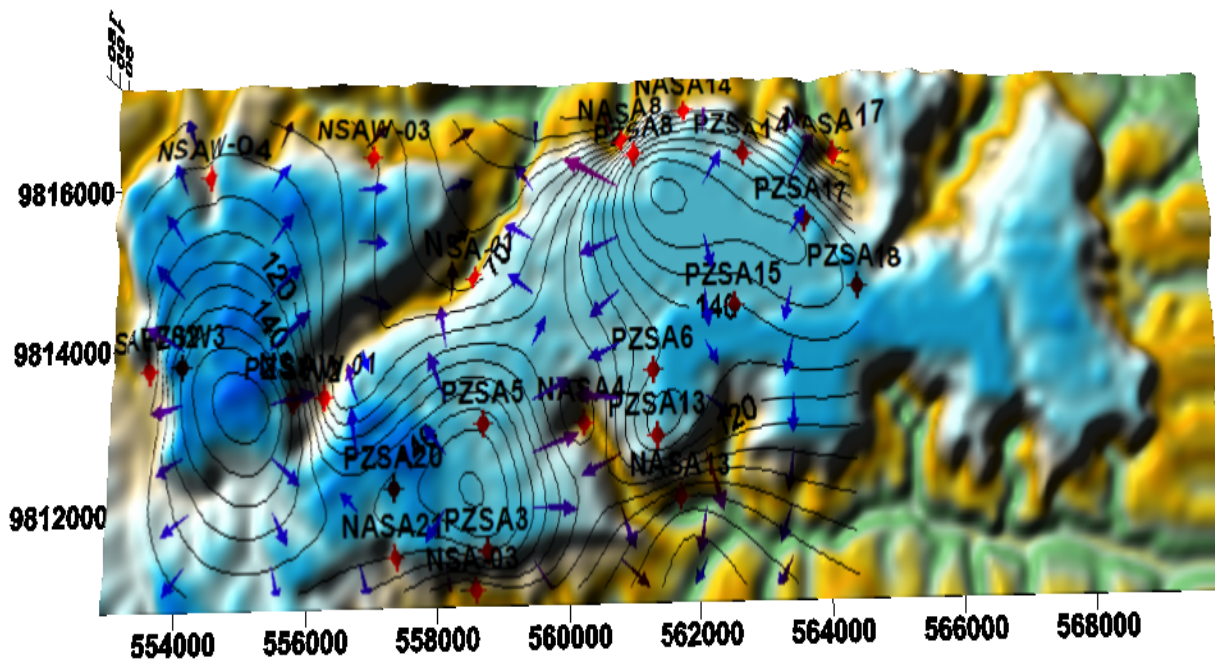


Figura 544: Modelo 3D do platô Saracá com pontos de monitoramento de piezômetros e nascestes.

12.6 Conclusões

A metodologia aplicada valida todos os resultados dos relatórios apresentados até o momento e mostra contribuições significativas e conclusivas a cerca do assunto. O modelo hidrogeológico dos platôs trata-se de uma área de recarga composta por camadas superficiais muito permeáveis, tanto antes como após a lavra, que alimenta a camada inferior de argila variegada durante as chuvas. Este material funciona como



aquífero, com NE mais alto na parte central do platô, podendo reter sazonalmente volumes de água que decaem gradativamente em direção à borda. Com a diferença de permeabilidade forma-se uma superfície de escoamento com fluxo horizontal radial de dentro para fora dos platôs, mas que permite um lento fluxo vertical que intercomunica com o aquífero inferior de material mais permeável.

Confirma-se pela configuração dos mapas e modelos apresentados que os platôs, de uma forma geral, são áreas de recarga regional, com fluxos de águas subterrâneas radiais chegando às encostas e desaguando nos igarapés que rodeiam os platôs. O modelo mostra bem isso quando acrescentamos a direção preferencial do fluxo subterrâneo.

O lençol freático ocorre a uma profundidade superior a das cavas geradas durante as atividades de lavra, sendo a diferença mínima entre o topo do terreno e o lençol de pelo menos 10m nas bordas dos platôs, apesar dos materiais que recobrem o pacote de bauxita (estéril de mina) serem novamente dispostos sobre a argila variegada. Seguindo-se o plano de recuperação de áreas mineradas da MRN, é certo que a estrutura dessas camadas superiores, estrutura essa que, originalmente, é a principal responsável pela boa drenabilidade dos terrenos, já se encontra totalmente alterada devido à sua remoção e estocagem temporária. Isto significa que a capacidade de infiltração das águas precipitadas sobre o platô é menor do que aquela observada em condições naturais.

O lençol inferior é regional e regido pelas condições hidrogeológicas das seqüências arenosas da formação Alter-do-Chão, confinado abaixo da litologia argilosa (Argila Variegada), que pode funcionar como um selo entre os dois lençóis. Os testes de infiltração nesta litologia mostraram que o fluxo se desloca numa ordem de 10-5 cm/s, ou seja, muito baixa, mas podendo haver zonas de comunicação entre elas.

Com relação às medidas dos piezômetros mais profundos, podemos notar apenas uma pequena variação no nível piezométrico regional, provavelmente devido a grande dimensão deste aquífero, onde os piezômetros profundos dos referidos platôs apresentam uma média de 74,6 m de profundidade.

Acima da camada argilosa podem ocorrer alguns pequenos aquíferos suspensos devido à geomorfologia do platô. Entretanto os mesmos são intermitentes, sendo visíveis no período chuvoso. Com as campanhas de monitoramento mensais continuaremos a coleta de dados para um comparativo com a pluviometria a fim de confirmar essa influência sazonal.

A caracterização da micro-bacia Saracá-Araticum mostra de maneira significativa a sua importância pela ampla representatividade, comportando tanto platôs em atividade quanto platôs exauridos e aqueles que ainda não entraram em atividade, vindo a colaborar bastante com resultados comparativos da rede de monitoramento e justificando qualquer outro ponto proposto dentro de seus limites de onde se pretenda obter dados para efeitos comparativos com os demais piezômetros já implantados em áreas próximas aos platôs com atividade de mineração.

O passo significativo com as campanhas mensais é obter dados suficientes para o conhecimento do comportamento característico da hidrogeologia regional. Para isso sugere-se que as campanhas sejam estendidas por mais um ano a fim de coletar dados suficientes que irão contribuir para tal objetivo.

12.7 Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea e das Nascentes

De forma geral, toda a extensão os platôs está situada em área de recarga regional, com fluxos de águas subterrâneas radiais que saem das áreas centrais dos platôs e alimentam as drenagens e os igarapés circundantes. O monitoramento para caracterização físico-química das águas subterrâneas é realizado através dos piezômetros centrais mais profundos, de cerca de 102m, construídos em tubos tipo geomecânicos e cuja célula está instalada próxima à cota de base das nascentes mais perenes que circundam o platô. O monitoramento é realizado no platô em operação de lavra Saracá.



12.8 Legislação Aplicável e Normas Técnicas

A Resolução CONAMA 396/2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas. São seis as classes de água subterrânea: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4 e classe 5 (art. 3º).

O enquadramento das águas subterrâneas em tais classes dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, observadas as diretrizes ambientais dispostas no Capítulo V da Resolução CONAMA 396/2008 (art. 28). Este enquadramento ainda não ocorreu. Assim, o monitoramento das águas subterrâneas pela MRN teve como parâmetro os valores máximos permitidos para o uso preponderante dessas águas, qual seja consumo humano (Anexo I, Resolução CONAMA 396/2008).

A Resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, entre as quais se incluem as nascentes. As águas são divididas em doces, salobras e salinas (art. 3º).

As águas doces, grupo no qual estão nascentes monitoradas pela MRN, subdividem-se em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Como ainda não foi feito o enquadramento dessas águas, deve-se considerá-las como classe 2 (art. 42, Resolução CONAMA 357/2005). As águas dessa classe podem ser usadas para o abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; e a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho (art. 4º, inc. III, Resolução CONAMA 357/2005). De acordo com o art. 15, Resolução CONAMA 357/2005, às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1, com algumas exceções previstas neste artigo.

A coleta das amostras é realizada pela equipe de técnicos da MRN, tendo como referência a Norma ABNT 13895/97 – Construção de poços de monitoramento e amostragem. A realização das análises está sendo feita pelos laboratórios de Controle Ambiental da Empresa e pela BIOAGRI Belo Horizonte (antiga ECOLAB), e, mais recentemente pelo laboratório TASQA.

12.9 Metodologia e Procedimentos Adotados

A metodologia adotada prevê um monitoramento mensal dos piezômetros durante os 12 primeiros meses de coleta, de forma a possibilitar a visualização do comportamento do nível dinâmico do lençol, nos períodos de chuva e seca da região. Caso seja constatada a necessidade, através da análise dos dados, esta etapa poderá se estender por mais um ano para que seja definido o perfil hidrodinâmico do lençol.

Após este levantamento inicial são definidos os meses mais característicos das distintas estações (inverno e verão), pré-determinados pela avaliação dos resultados obtidos na campanha anterior, para que a leitura passe a ser realizada semestralmente.

As nascentes foram definidas de forma que suas posições estejam alinhadas com a bateria de piezômetros centrais instalados para que seja possível a correlação entre os mesmos. Estas nascentes são monitoradas três vezes ao ano, sendo duas coletas realizadas durante a época de chuva (inverno) e uma coleta durante a época de estiagem (verão).

O monitoramento piezométrico profundo foi iniciado em abril de 2007. As amostragens estão sendo realizadas com periodicidade mensal durante os primeiros 12 meses, sendo que a partir deste período as mesmas passariam a ser realizadas semestralmente, conforme definido através da metodologia apresentada a este referido Órgão Ambiental. Conforme a análise dos resultados obtidos, verificou-se a necessidade do acompanhamento mensal destes parâmetros por mais 12 meses para que se possa obter a curva dos parâmetros com maior precisão, tendo em vista alguns problemas estruturais ocorridos em alguns piezômetros, os quais serão detalhados a seguir.

A seguir são apresentados os resultados obtidos no monitoramento das nascentes e piezômetros dos platôs das campanhas realizadas durante o ano de 2009.



Figura 545: Localização dos Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea e das Nascentes



12.10 Resultados

A análise físico-química das águas subterrâneas e das nascentes considera as micro-bacias compostas pela grande rede de drenagem formada pelos igarapés Saracá e Araticum. A micro-bacia de drenagem fluvial do Saracá possui como contribuintes os platôs Papagaio e Periquito, já exauridos e em fase de descomissionamento, assim como a face norte dos platôs Saracá e Almeidas. Já a micro-bacia do Araticum recebe contribuição das áreas de drenagens dos platôs Aviso, Almeidas e Bacaba, como também a face norte dos platôs Bela Cruz e Aramã, ambos com processos de lavra ainda não iniciado.

Neste item são apresentados os gráficos para cada parâmetro analisado no que tange à qualidade da água, divididos por ponto de monitoramento. Os gráficos apresentados em cada ponto de monitoramento dos platôs devem ser lidos da seguinte maneira:

- A linha em vermelho representa os limites definidos pela Resolução CONAMA 396/2008.
- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009.
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008.
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.

12.10.1 Platô Saracá

A partir da Figura 546 até a Figura 562 são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água subterrânea do piezômetro PZSAP.

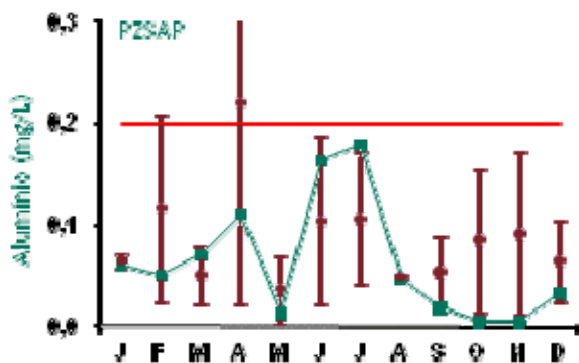


Figura 546: Série histórica e resultados para Alumínio (PZSAP)

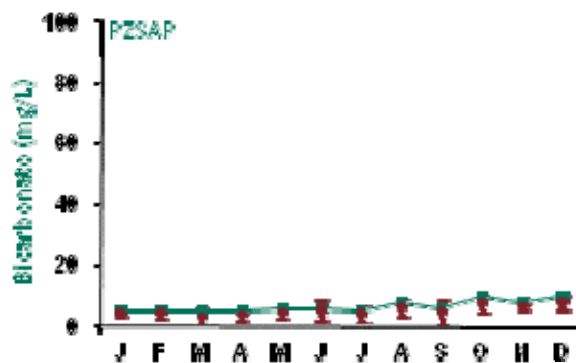


Figura 547: Série histórica e resultados para Bicarbonato (PZSAP)

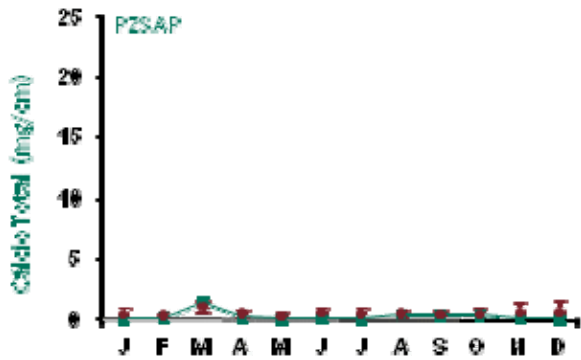


Figura 548: Série histórica e resultados para Cálcio Total (PZSAP)

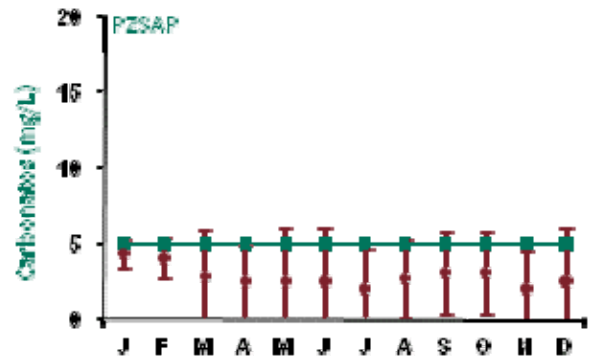


Figura 549: Série histórica e resultados para Carbonato (PZSAP)

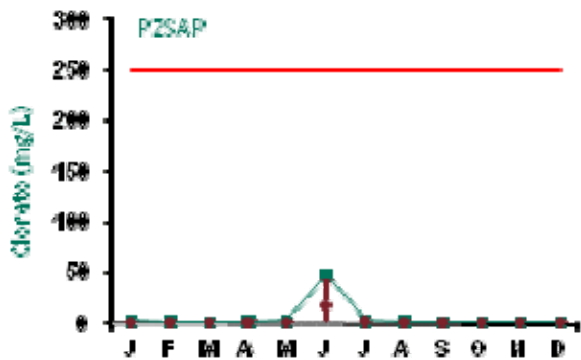


Figura 550: Série histórica e resultados para Cloreto (PZSAP)

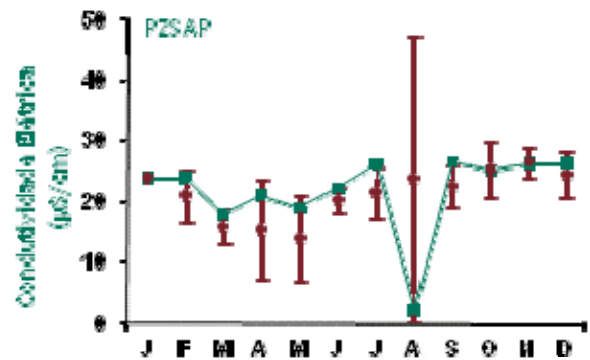


Figura 551: Série histórica e resultados para Condutividade Elétrica (PZSAP)

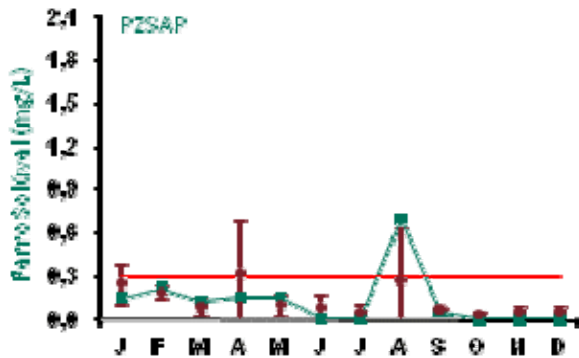


Figura 552: Série histórica e resultados para Ferro Solúvel (PZSAP)

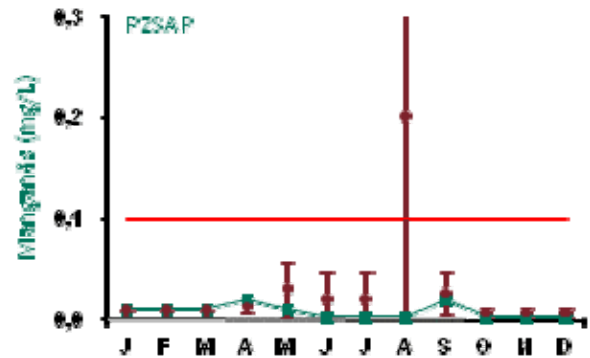


Figura 553: Série histórica e resultados para Manganês (PZSAP)

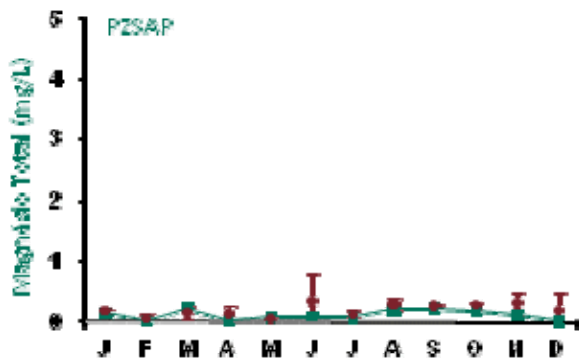


Figura 554: Série histórica e resultados para Magnésio Total (PZSAP)

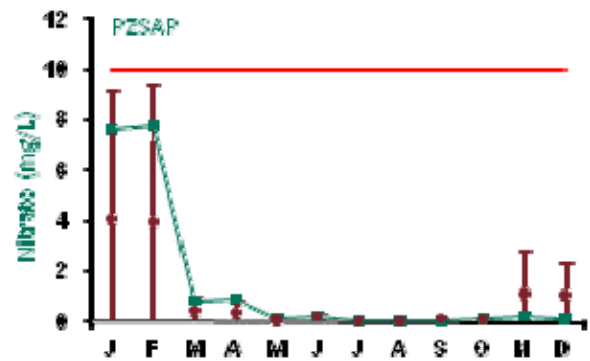


Figura 555: Série histórica e resultados para Nitrato (PZSAP)

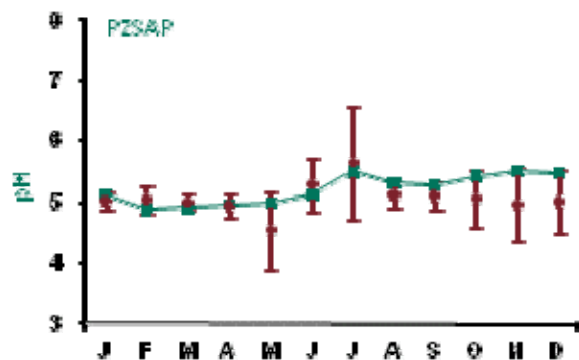


Figura 556: Série histórica e resultados para pH (PZSAP)

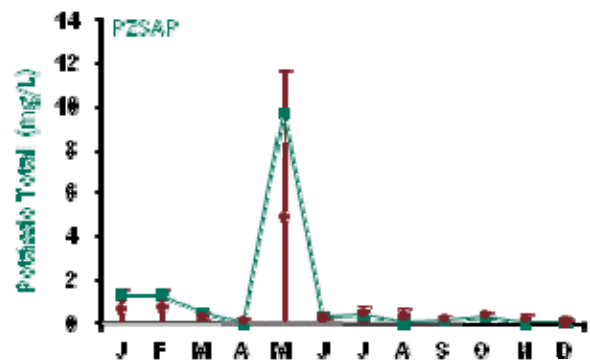


Figura 557: Série histórica e resultados para Potássio Total (PZSAP)



MONITORAMENTO AMBIENTAL

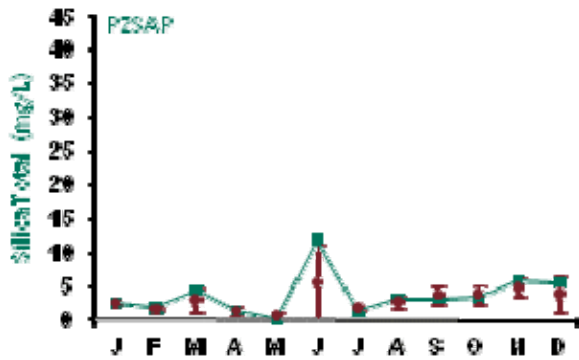


Figura 558: Série histórica e resultados para Silica Total (PZSAP)

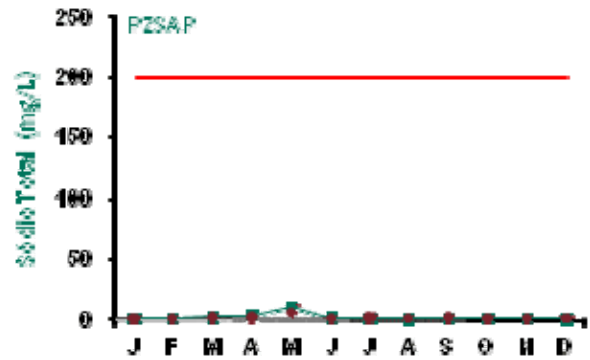


Figura 559: Série histórica e resultados para Sódio Total (PZSAP)

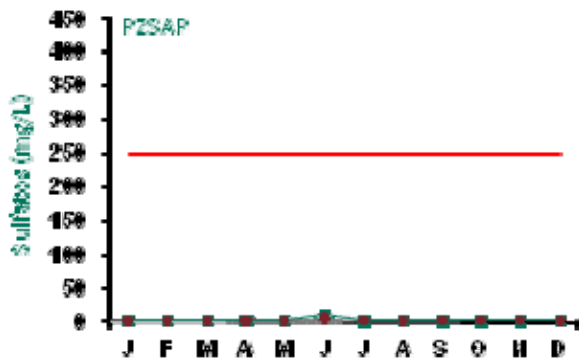


Figura 560: Série histórica e resultados para Sulfatos (PZSAP)

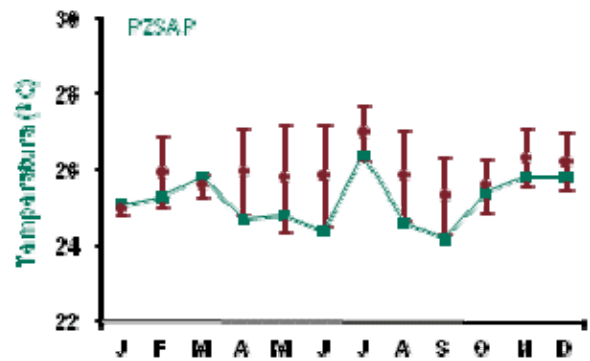


Figura 561: Série histórica e resultados para Temperatura (PZSAP)

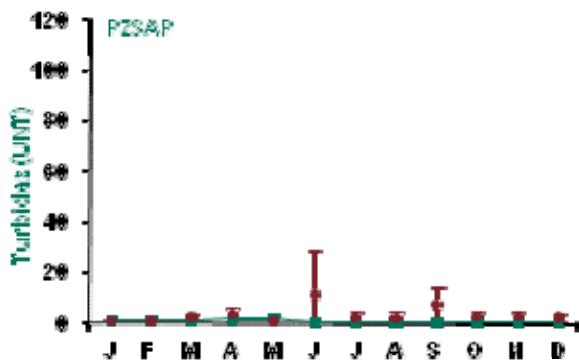


Figura 562: Série histórica e resultados para Turbidez (PZSAP)



MONITORAMENTO AMBIENTAL

A Tabela 56 e a Tabela 57 apresentam os resultados de monitoramento dos parâmetros analisados quanto à qualidade de água das nascentes.

Tabela 56: Resultados físico-químicos das nascentes no platô Saracá nos meses de janeiro, maio e novembro de 2009

Ponto	NSA01			NSA03			NSA04			NSA08			NSA13			NSA14			Padrão CONAMA
	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	
Alumínio (mg/L)	0,08	0,08	0,07	0,05	0,09	0,07	0,08	0,08	0,14	0,10	0,10	0,07	0,05	0,05	0,07	0,07	0,05	0,07	0,1
Bicarbonato (mg/L)	5,00	5,00	7,56	5,00	5,00	7,56	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-
Cálcio total (mg/L)	0,01	0,10	0,01	0,40	0,07	0,01	0,01	0,29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,15	0,01	0,01	0,01	0,01	-
Carbonatos (mg/L)	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-
Cloreto (mg/L)	1,00	1,00	6,16	1,00	1,00	4,85	1,00	1,00	5,94	1,00	1,00	3,90	1,00	1,00	6,12	1,00	1,00	5,73	250
Cond.elétrica (µS/cm)	8,00	10,30	8,30	7,00	8,50	7,50	8,00	8,30	8,00	8,00	7,80	7,70	9,00	10,50	7,00	10,00	7,60	9,00	-
Ferro solúvel (mg/L)	0,08	0,09	0,06	0,11	0,10	0,01	0,07	0,12	0,16	0,09	0,11	0,10	0,06	0,13	0,05	0,07	0,18	0,02	0,3
Manganês (mg/L)	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1
Magnésio total (mg/L)	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	-
Merúrio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0002
Nitrato (mg/L)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	10
pH	5,13	5,23	4,99	5,19	5,32	5,00	5,14	5,17	4,95	5,23	5,13	4,93	5,14	5,08	5,15	5,31	5,16	5,20	6-9
Potássio total (mg/L)	0,01	0,22	0,23	0,01	0,22	0,21	0,01	0,22	0,23	0,01	0,21	0,21	0,01	0,21	0,22	0,01	0,08	0,21	-
Sílica total (mg/L)	4,63	3,37	7,03	4,69	3,76	5,55	4,73	3,44	6,39	4,65	3,96	3,06	4,72	3,10	5,32	4,67	5,48	4,55	-
Sódio total (mg/L)	0,17	0,34	0,09	0,21	3,76	0,05	0,15	0,34	0,20	0,17	0,46	0,08	0,17	0,34	0,05	0,15	0,38	0,05	-
Sulfatos (mg/L)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	250
Temperatura (°C)	24,80	24,20	24,80	24,30	24,40	24,90	24,00	24,60	25,00	25,00	24,80	24,40	24,70	24,50	25,30	24,30	25,00	25,00	-
Turbidez (UNT)	1,53	2,28	0,40	2,08	1,83	0,40	3,14	2,17	0,40	1,84	1,74	0,40	0,89	2,32	0,40	1,88	2,06	0,40	100



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tabela 57: Resultados físico-químicos das nascentes nos platôs Saracá e Saracá Oeste nos meses de janeiro, maio e novembro de 2009 (Continuação)

Ponto	NSA17			NSA21			NSAW01			NSAW02			NSAW03			NSAW04			Padrão CONAMA
	Mês	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	Nov	Jan	Mai	
Alumínio (mg/L)	0,11	0,06	0,07	0,10	0,05	0,07	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,08	0,05	0,07	0,10	0,06	0,07	0,1
Bicarbonato (mg/L)	5,00	5,00	7,56	5,00	5,00	5,67	5,00	5,00	13,20	5,00	5,00	5,67	5,00	5,00	7,56	5,00	5,00	5,67	-
Cálcio total (mg/L)	0,01	0,36	0,01	0,51	0,12	0,01	0,01	0,15	0,24	0,01	0,16	0,20	0,01	0,10	0,22	0,01	0,01	0,01	-
Carbonatos (mg/L)	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-	-	5,00	-
Cloreto (mg/L)	1,00	1,00	5,84	1,00	1,00	4,09	1,20	1,00	4,90	1,00	1,00	5,32	1,00	1,00	6,70	1,00	1,00	6,74	250
Cond. elétrica (µS/cm)	12,00	8,40	8,50	13,00	10,50	7,90	8,00	7,30	7,00	7,00	9,20	8,20	9,00	8,40	8,70	8,00	8,30	7,70	-
Ferro solúvel (mg/L)	0,08	0,10	0,02	0,07	0,15	0,08	0,11	0,10	0,06	0,13	0,08	0,05	0,10	0,17	0,02	0,12	0,14	0,02	0,3
Manganês (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,30	0,01	0,01	0,03	0,1
Magnésio total (mg/L)	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	-
Mercúrio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0002
Nitrato (mg/L)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10	10
pH	5,27	5,22	5,10	5,32	5,31	4,90	5,08	4,96	4,98	5,10	4,96	5,08	5,08	5,05	5,10	5,14	4,89	4,93	6-9
Potássio total (mg/L)	0,01	0,09	0,21	0,01	0,21	0,23	0,01	0,23	0,36	0,15	0,22	0,36	0,08	0,22	0,36	0,17	0,08	0,21	-
Sílica total (mg/L)	4,67	5,13	4,66	4,71	3,44	4,20	3,83	3,11	5,33	2,92	3,21	3,18	3,52	3,49	4,85	3,19	4,93	4,68	-
Sódio total (mg/L)	0,17	0,40	0,05	0,19	0,32	0,11	0,17	0,34	0,66	0,13	0,33	0,69	0,20	0,34	0,79	0,14	0,38	0,21	-
Sulfatos (mg/L)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	250
Temperatura (°C)	24,60	25,10	24,90	24,50	25,20	24,80	24,30	25,00	24,30	24,90	25,10	24,80	24,50	24,80	24,90	24,90	25,00	25,01	-
Turbidez (UNT)	2,34	1,73	0,40	2,80	1,32	0,40	1,16	1,53	0,43	1,41	1,23	0,40	1,27	0,96	0,40	1,32	0,81	0,40	100



Os resultados obtidos para as águas subterrâneas e nascentes no platô Saracá apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela legislação, exceto os parâmetros pH do monitoramento das nascentes, ferro solúvel nas águas subterrâneas e alumínio em duas nascentes (NSA04 e NSA17). Apesar de os resultados para pH apresentarem fora da faixa legal (6-9), tais valores resultam das características geoquímicas da águas da região.

Os parâmetros nitrato, alumínio, condutividade elétrica, potássio e temperatura para as águas subterrâneas apresentaram grande variação nos resultados das análises realizadas ao longo do ano de 2009.



13.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO

O Programa de Monitoramento Atmosférico tem por objetivo avaliar a influência das atividades da MRN na qualidade do ar. O monitoramento da qualidade do ar nos platôs e na área industrial do porto é realizado através das estações de monitoramento da qualidade do ar e, tem por objetivo determinar o nível de concentração dos poluentes presentes na atmosfera. Os resultados do monitoramento permitem um acompanhamento sistemático da qualidade do ar na área monitorada, subsidiando ações para o controle das emissões.

13.1 Legislação Aplicável e Normas Técnicas

A Resolução CONAMA 05/1989 instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) com vistas a, através da limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, proporcionar uma melhoria na qualidade do ar, o atendimento aos padrões estabelecidos e o não-comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Com o fim de dar efetividade ao PRONAR veio, entre outras, a Resoluções CONAMA 03/1990, que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar.

Os parâmetros monitorados pelo Programa de Monitoramento Atmosférico são Partículas Totais em Suspensão e Partículas Inaláveis.

A Tabela 58 contém os padrões da Resolução 03/1990 para Partículas Totais em Suspensão, enquanto que a Tabela 59 contém os padrões dessa resolução para Partículas Inaláveis.

Tabela 58: Padrões primários e secundários Partículas Totais em Suspensão

Concentrações de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ³		
	Média diária máxima	Média geométrica anual máxima
Padrões primários	240	80
Padrões secundários	150	60

Tabela 59: Padrões primários para Partículas Inaláveis

Concentrações de PI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁴		
Legislação	Média de 20 horas	Média aritmética anual
Padrões primários e secundários (CONAMA 03/09)	150	50

O órgão ambiental por meio do Ofício 024/2008 – COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA de 17/03/2008, item 3.2, estabeleceu o padrão secundário para avaliação da qualidade do ar a ser monitorada em Porto Trombetas.

O método de referência para a para a determinação da concentração mássica de partículas totais em suspensão (PTS) no ar ambiente é a NBR 9547. O método de referência para a para a determinação da concentração mássica de material particulado inalável em suspensão na atmosfera é a NBR 1314. Ambas as normas foram elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

³ Método de referência: método do amostrador de grande volume ou método equivalente.

⁴ Método de referência: método da separação inercial/filtração ou método equivalente.



13.2 Metodologia e Procedimentos Técnicos

O monitoramento da qualidade do ar é realizado semanalmente, em dias alternados e consecutivos, para que as amostras sejam representativas de todos os dias da semana. No total são geradas oito amostras mensais por estação de monitoramento.

Atualmente a rede de monitoramento da qualidade do ar da MRN é composta por oito estações de monitoramento (Tabela 60).

As amostras são submetidas a análises, nas quais são determinados dois parâmetros de qualidade do ar: partículas totais em suspensão e partículas inaláveis.

- **Partículas Totais em Suspensão (PTS)** – a coleta da amostra é realizada quatro vezes no mês, com o auxílio de um amostrador de grande volume, denominado HI-VOL, devidamente instalado no ponto de monitoramento.

O princípio básico de operação deste equipamento é a filtragem do ar ambiente por um filtro instalado dentro de uma casinhola de abrigo durante um período de amostragem (24 horas). A vazão imprimida pelo aparelho e a geometria da entrada da casinhola favorecem a coleta de partículas de 25-50 μm .

O filtro é pesado - após a equalibração de umidade - antes e após a coleta para se determinar o ganho líquido em peso (massa). O volume de ar amostrado e corrigido para condições padrão (25 °C, 760 mmHg) é determinado a partir da vazão medida e do tempo de amostragem. A concentração da poeira total em suspensão no ar ambiente é computada pela divisão da massa de partículas coletadas pelo volume de ar amostrado e é expressa em microgramas por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Partículas Inaláveis (PM10)** - A coleta da amostra é realizada quatro vezes no mês, com o auxílio de um equipamento denominado AGV MP10. O mesmo difere do aparelho do HI-VOL devido ao seu sistema de separação inercial de partículas sólidas, sendo instalado em um local de medição e baseando-se na retirada de certa quantidade de ar ambiente por um filtro que fica dentro de uma casinhola de abrigo durante um período de 24 horas.

A vazão imprimida pelo aparelho (em torno de 1,13 m^3/min) e a geometria da entrada da cabeça de separação favorecem a coleta apenas de partículas com diâmetros menores que 10 μm . As partículas são coletadas em um filtro de micro-quartzo ou de fibra de vidro previamente pesado para que se conheça o ganho de massa final da amostra.

As partículas com até 10 μm são denominadas Partículas Inaláveis; as maiores que 10 μm , quando aspiradas, ficam retidas nas narinas e na garganta, não chegando a alcançar os pulmões.





A calibração dos equipamentos é realizada no campo a cada dez amostras coletadas ou a cada troca de peças, como as escovas dos motores. A mesma também é realizada pelo órgão competente a cada doze meses, segundo as diretrizes da Norma ISO 14001.

13.3 Localização dos Pontos de Monitoramento

A Tabela 60 apresenta informações referentes às estações de monitoramento da qualidade do ar.



Tabela 60: Pontos de monitoramento da qualidade do ar

Ponto	Coordenadas UTM	Figuras
AR-1 - Estação Escritório Central: Esta estação está localizada ao lado do escritório central (próxima a área industrial - torre de amostragem, área de secagem e depósito de bauxita)	569163 E / 9838412 N	
AR-2 - Estação Vila D-1-D: Esta estação está localizada próxima ao laboratório do Horto na beira da rua.	569315 E / 9837805 N	
AR-3 - Estação Escritório Central/MINA: Esta estação está localizada próxima ao escritório, ao tanque de rejeito SP1 e a área de empilhamento de bauxita.	565608 E / 9814414 N	
AR-7 - Estação Usina de Geração: Esta estação está localizada na área industrial ao lado da Usina de Geração de Energia II (UG2).	568229 E / 9838100 N	

As estações de monitoramento localizam-se nas áreas onde ocorrem atividades da MRN, tais como depósito e carregamento de bauxita, processo de secagem do minério, áreas de lavra e estradas com maior



movimentação de veículos, entre outras. Assim, as amostras coletadas são representativas de todas as atividades com potencial para interferir nos padrões de qualidade do ar.

Na revisão do programa de monitoramento ambiental foi realizada a avaliação da atual localização das estação em relação às condições predominantes de direção e velocidade dos ventos para que as amostras das concentrações de poluentes nas estações sejam representativas para a avaliação da qualidade do ar na área de influência da MRN. A Figura 563 apresenta a localização das estações de monitoramento da qialidade do ar.



Figura 563: Localização das Estações de Monitoramento Atmosférico da Qualidade do Ar



13.4 Índice de Qualidade do Ar (IQAr)

O IQAr tem a finalidade de padronizar os dados de qualidade do ar. Esse índice teve origem na agência norte-americana de proteção ambiental (*Environmental Protection Agency – EPA*), tendo sido concebido com base no PSI (*Pollutant Standards Index*), cujo desenvolvimento se baseou em uma experiência acumulada durante anos pelos Estados Unidos e Canadá.

Para cálculo do índice usa-se uma função linear que relaciona a concentração do poluente com um número adimensional (IQAr), sendo calculado um índice para cada poluente medido e utilizado o mais elevado.

Depois de calculado o valor do índice, o ar recebe uma qualificação que é determinada de acordo com a escala disposta na Tabela 61.

Tabela 61: Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência	Resolução CONAMA 03/90
0 - 50	0 - 80	0 - 50	Boa		Atende ao padrão
51 - 150	81 - 240	51 - 100	Regular		Atende ao padrão
151 - 250	241 - 375	101 - 199	Inadequada		Não atende ao padrão
251 - 420	376 - 625	200 - 299	Má		Não atende ao padrão
421 - 500	626 - 875	300 - 399	Péssima		Não atende ao padrão
> 500	> 2100	> 400	Crítica		Não atende ao padrão

13.5 Resultados Discussão

13.5.1 Área do Porto - escritório central

A Tabela 62 e a Tabela 63 apresentam os resultados de IQAr obtidos para cada medição realizada na estação de monitoramento AR-1, localizada no escritório central.

Tabela 62: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-1)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	17,44	150	17	boa	
13/01/09	9,78	150	10	boa	
22/01/09	7,65	150	8	boa	
22/01/09	7,78	150	8	boa	
03/02/09	7,86	150	8	boa	
10/02/09	9,90	150	10	boa	
20/02/09	9,94	150	10	boa	
25/02/09	6,17	150	6	boa	
04/03/09	12,04	150	12	boa	
11/03/09	5,94	150	6	boa	
19/03/09	13,59	150	14	boa	
25/03/09	7,10	150	7	boa	
07/04/09	33,86	150	34	boa	
16/04/09	15,16	150	15	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
23/04/09	33,56	150	34	boa	
29/04/09	10,63	150	11	boa	
06/05/09	5,94	150	6	boa	
13/05/09	16,37	150	16	boa	
20/05/09	5,29	150	5	boa	
25/05/09	15,94	150	16	boa	
04/06/09	13,50	150	14	boa	
10/06/09	5,55	150	6	boa	
16/06/09	5,07	150	5	boa	
22/06/09	10,00	150	10	boa	
08/07/09	9,27	150	9	boa	
16/07/09	7,74	150	8	boa	
21/07/09	14,43	150	14	boa	
28/07/09	17,77	150	18	boa	
05/08/09	11,38	150	11	boa	
13/08/09	14,21	150	14	boa	
20/08/09	15,39	150	15	boa	
24/08/09	12,50	150	13	boa	
02/09/09	14,95	150	15	boa	
09/09/09	19,20	150	19	boa	
16/09/09	22,27	150	22	boa	
23/09/09	19,09	150	19	boa	
06/10/09	38,38	150	38	boa	
14/10/09	13,91	150	14	boa	
20/10/09	25,42	150	25	boa	
26/10/09	41,37	150	41	boa	
05/11/09	21,93	150	22	boa	
10/11/09	36,69	150	37	boa	
20/11/09	41,35	150	41	boa	
24/11/09	80,66	150	81	regular	
01/12/09	48,55	150	49	boa	
10/12/09	8,82	150	9	boa	
16/12/09	17,98	150	18	boa	
22/12/09	10,34	150	10	boa	
Média Aritmética Anual		17,70			



Tabela 63: IQAr para Partículas Totais em Suspensão (AR-1)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	75,45	240	150	47	boa	
13/01/09	30,23	240	150	19	boa	
22/01/09	16,33	240	150	11	boa	
29/01/09	24,13	240	150	15	boa	
03/02/09	19,43	240	150	12	boa	
10/02/09	31,29	240	150	20	boa	
20/02/09	39,00	240	150	25	boa	
25/02/09	31,34	240	150	20	boa	
04/03/09	57,59	240	150	36	boa	
11/03/09	19,04	240	150	12	boa	
19/03/09	23,02	240	150	15	boa	
25/03/09	18,54	240	150	12	boa	
07/04/09	74,32	240	150	46	boa	
16/04/09	38,38	240	150	24	boa	
23/04/09	84,32	240	150	52	regular	
29/04/09	19,99	240	150	13	boa	
06/05/09	34,38	240	150	22	boa	
13/05/09	23,06	240	150	15	boa	
20/05/09	8,09	240	150	5	boa	
25/05/09	43,27	240	150	27	boa	
04/06/09	13,50	240	150	9	boa	
10/06/09	5,55	240	150	4	boa	
16/06/09	5,07	240	150	4	boa	
22/06/09	10,00	240	150	7	boa	
08/07/09	15,87	240	150	10	boa	
16/07/09	14,84	240	150	10	boa	
21/07/09	26,60	240	150	17	boa	
28/07/09	20,29	240	150	13	boa	
05/08/09	11,38	240	150	7	boa	
13/08/09	14,21	240	150	9	boa	
20/08/09	15,39	240	150	10	boa	
24/08/09	12,50	240	150	8	boa	
02/09/09	22,13	240	150	14	boa	
09/09/09	27,94	240	150	18	boa	
16/09/09	28,74	240	150	18	boa	
23/09/09	26,34	240	150	17	boa	
06/10/09	38,38	240	150	24	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
14/10/09	13,91	240	150	9	boa	
20/10/09	25,42	240	150	16	boa	
26/10/09	41,37	240	150	26	boa	
05/11/09	48,10	240	150	30	boa	
10/11/09	46,25	240	150	29	boa	
20/11/09	55,45	240	150	35	boa	
24/11/09	115,38	240	150	62	regular	
01/12/09	48,55	240	150	30	boa	
10/12/09	8,82	240	150	6	boa	
16/12/09	17,98	240	150	12	boa	
22/12/09	10,34	240	150	7	boa	
Média Geométrica Anual			24,02			

13.5.2 Área do Porto - vila residencial

A Tabela 64 e a Tabela 65 apresentam os resultados de IQAr obtidos para cada medição realizada na estação de monitoramento AR-2, localizada na vila residencial.

Tabela 64: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-2)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	20,31	150	20	boa	
13/01/09	8,31	150	8	boa	
22/01/09	7,66	150	8	boa	
29/01/09	6,63	150	7	boa	
03/02/09	7,81	150	8	boa	
10/02/09	9,18	150	9	boa	
20/02/09	2,26	150	2	boa	
25/02/09	6,47	150	6	boa	
04/03/09	5,96	150	6	boa	
11/03/09	9,92	150	10	boa	
19/03/09	4,41	150	4	boa	
25/03/09	4,08	150	4	boa	
07/04/09	23,90	150	24	boa	
16/04/09	8,20	150	8	boa	
23/04/09	6,49	150	6	boa	
29/04/09	18,94	150	19	boa	
06/05/09	11,25	150	11	boa	
13/05/09	12,28	150	12	boa	
20/05/09	3,77	150	4	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
25/05/09	6,59	150	7	boa	
04/06/09	13,50	150	14	boa	
10/06/09	5,55	150	6	boa	
16/06/09	5,07	150	5	boa	
22/06/09	10,00	150	10	boa	
08/07/09	6,58	150	7	boa	
16/07/09	8,16	150	8	boa	
21/07/09	4,24	150	4	boa	
28/07/09	13,63	150	14	boa	
05/08/09	11,38	150	11	boa	
13/08/09	14,21	150	14	boa	
20/08/09	15,39	150	15	boa	
24/08/09	12,50	150	13	boa	
02/09/09	12,42	150	12	boa	
09/09/09	30,49	150	30	boa	
16/09/09	12,42	150	12	boa	
23/09/09	17,43	150	17	boa	
06/10/09	38,38	150	38	boa	
14/10/09	13,91	150	38	boa	
20/10/09	25,42	150	14	boa	
26/10/09	41,37	150	25	boa	
05/11/09	20,12	150	41	boa	
10/11/09	37,91	150	20	boa	
20/11/09	18,89	150	38	boa	
24/11/09	38,16	150	19	boa	
01/12/09	48,55	150	38	boa	
10/12/09	8,82	150	49	boa	
16/12/09	17,98	150	9	boa	
22/12/09	10,34	150	18	boa	
Média Aritmética Anual		14,53			

Tabela 65: IQAr para Partículas Totais em Suspensão (AR-2)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	44,79	240	150	28	boa	
13/01/09	21,22	240	150	14	boa	
22/01/09	18,97	240	150	12	boa	
29/01/09	20,12	240	150	13	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
03/02/09	18,37	240	150	12	boa	
10/02/09	29,01	240	150	18	boa	
20/02/09	21,93	240	150	14	boa	
25/02/09	21,09	240	150	13	boa	
04/03/09	32,69	240	150	21	boa	
11/03/09	37,63	240	150	24	boa	
19/03/09	11,76	240	150	8	boa	
25/03/09	14,33	240	150	9	boa	
07/04/09	65,55	240	150	41	boa	
16/04/09	27,63	240	150	18	boa	
23/04/09	60,79	240	150	38	boa	
29/04/09	16,99	240	150	11	boa	
06/05/09	18,33	240	150	12	boa	
13/05/09	21,06	240	150	13	boa	
20/05/09	10,06	240	150	7	boa	
25/05/09	21,11	240	150	13	boa	
04/06/09	13,50	240	150	9	boa	
10/06/09	5,55	240	150	4	boa	
16/06/09	5,07	240	150	4	boa	
22/06/09	10,00	240	150	7	boa	
08/07/09	17,53	240	150	11	boa	
16/07/09	19,21	240	150	12	boa	
21/07/09	23,74	240	150	15	boa	
28/07/09	21,90	240	150	14	boa	
05/08/09	11,38	240	150	7	boa	
13/08/09	14,21	240	150	9	boa	
20/08/09	15,39	240	150	10	boa	
24/08/09	12,50	240	150	8	boa	
02/09/09	24,23	240	150	15	boa	
09/09/09	34,49	240	150	22	boa	
16/09/09	29,88	240	150	19	boa	
23/09/09	25,28	240	150	16	boa	
06/10/09	38,38	240	150	24	boa	
14/10/09	13,91	240	150	9	boa	
20/10/09	25,42	240	150	16	boa	
26/10/09	41,37	240	150	26	boa	
05/11/09	37,37	240	150	24	boa	
10/11/09	41,98	240	150	26	boa	



Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
20/11/09	50,72	240	150	32	boa	
24/11/09	54,81	240	150	34	boa	
01/12/09	48,55	240	150	30	boa	
10/12/09	8,82	240	150	6	boa	
16/12/09	17,98	240	150	12	boa	
22/12/09	10,34	240	150	7	boa	
Média Geométrica Anual			21,40			

13.5.3 Platô Saracá - escritório central da mina

A Tabela 66 e a Tabela 67 apresentam os resultados de IQAr obtidos para cada medição realizada na estação de monitoramento AR-3, localizada no platô Saracá (escritório central da Mina).

Tabela 66: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-3)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	18,77	150	19	boa	
13/01/09	11,87	150	12	boa	
22/01/09	17,17	150	17	boa	
29/01/09	7,65	150	8	boa	
03/02/09	12,52	150	13	boa	
10/02/09	6,72	150	7	boa	
20/02/09	16,83	150	17	boa	
25/02/09	6,53	150	7	boa	
04/03/09	8,16	150	8	boa	
11/03/09	10,75	150	11	boa	
19/03/09	7,61	150	8	boa	
25/03/09	9,70	150	10	boa	
07/04/09	21,12	150	21	boa	
16/04/09	11,13	150	11	boa	
23/04/09	24,51	150	25	boa	
29/04/09	5,94	150	6	boa	
06/05/09	9,72	150	10	boa	
13/05/09	8,35	150	8	boa	
20/05/09	2,88	150	3	boa	
25/05/09	5,29	150	5	boa	
04/06/09	5,99	150	6	boa	
10/06/09	7,17	150	7	boa	
16/06/09	15,07	150	15	boa	
22/06/09	15,61	150	16	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
08/07/09	8,01	150	8	boa	
16/07/09	9,75	150	10	boa	
21/07/09	13,72	150	14	boa	
28/07/09	10,10	150	10	boa	
05/08/09	18,56	150	19	boa	
13/08/09	9,96	150	10	boa	
20/08/09	21,14	150	21	boa	
24/08/09	14,74	150	15	boa	
02/09/09	18,93	150	19	boa	
09/09/09	48,44	150	48	boa	
16/09/09	24,63	150	25	boa	
23/09/09	21,40	150	21	boa	
06/10/09	28,69	150	29	boa	
14/10/09	21,30	150	21	boa	
20/10/09	26,84	150	27	boa	
26/10/09	44,14	150	44	boa	
05/11/09	23,11	150	23	boa	
10/11/09	27,83	150	28	boa	
20/11/09	54,67	150	55	regular	
24/11/09	79,94	150	80	regular	
01/12/09	67,79	150	68	regular	
10/12/09	29,05	150	29	boa	
16/12/09	39,49	150	39	boa	
22/12/09	18,61	150	19	boa	
Média Aritmética Anual		19,75			

Tabela 67: IQAr para Partículas Totais em Suspensão (AR-3)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	75,32	240	150	47	boa	
13/01/09	43,85	240	150	28	boa	
22/01/09	106,47	240	150	59	regular	
29/01/09	36,36	240	150	23	boa	
03/02/09	57,93	240	150	36	boa	
10/02/09	27,59	240	150	17	boa	
20/02/09	82,33	240	150	51	regular	
25/02/09	21,35	240	150	14	boa	
04/03/09	34,28	240	150	22	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária (µg/m³)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
11/03/09	20,69	240	150	13	boa	
19/03/09	33,85	240	150	21	boa	
25/03/09	3,11	240	150	2	boa	
07/04/09	44,31	240	150	28	boa	
16/04/09	32,19	240	150	20	boa	
23/04/09	77,64	240	150	49	boa	
29/04/09	16,09	240	150	10	boa	
06/05/09	14,45	240	150	9	boa	
13/05/09	29,68	240	150	19	boa	
20/05/09	11,12	240	150	7	boa	
25/05/09	28,96	240	150	18	boa	
04/06/09	30,68	240	150	19	boa	
10/06/09	24,69	240	150	16	boa	
16/06/09	43,21	240	150	27	boa	
22/06/09	31,46	240	150	20	boa	
08/07/09	17,46	240	150	11	boa	
16/07/09	44,43	240	150	28	boa	
21/07/09	73,02	240	150	46	boa	
28/07/09	23,66	240	150	15	boa	
05/08/09	82,47	240	150	51	regular	
13/08/09	30,74	240	150	19	boa	
20/08/09	88,17	240	150	53	regular	
24/08/09	64,17	240	150	40	boa	
02/09/09	73,37	240	150	46	boa	
09/09/09	99,60	240	150	57	regular	
16/09/09	96,74	240	150	56	regular	
23/09/09	73,42	240	150	46	boa	
06/10/09	77,48	240	150	48	boa	
14/10/09	112,40	240	150	61	regular	
20/10/09	122,13	240	150	64	regular	
26/10/09	63,10	240	150	40	boa	
05/11/09	50,59	240	150	32	boa	
10/11/09	65,88	240	150	41	boa	
20/11/09	102,27	240	150	58	regular	
24/11/09	134,52	240	150	67	regular	
01/12/09	102,32	240	150	58	regular	
10/12/09	58,01	240	150	36	boa	
16/12/09	90,31	240	150	54	regular	



Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
22/12/09	28,61	240	150	18	boa	
Média Geométrica Anual			45,33			

13.5.4 Área do Porto - usina de geração

A Tabela 68 e a Tabela 69 apresentam os resultados de IQAr obtidos para cada medição realizada na estação de monitoramento AR-7, localizada próxima a usina de geração II.

Tabela 68: IQAr para Partículas Inaláveis (AR-7)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	10,54	150	11	boa	
13/01/09	25,68	150	26	boa	
22/01/09	10,00	150	10	boa	
29/01/09	13,34	150	13	boa	
03/02/09	28,48	150	28	boa	
10/02/09	13,79	150	14	boa	
20/02/09	7,60	150	8	boa	
25/02/09	6,46	150	6	boa	
04/03/09	15,91	150	16	boa	
11/03/09	7,76	150	8	boa	
19/03/09	21,77	150	22	boa	
25/03/09	7,63	150	8	boa	
07/04/09	10,58	150	11	boa	
16/04/09	7,14	150	7	boa	
23/04/09	19,61	150	20	boa	
29/04/09	17,11	150	17	boa	
06/05/09	6,39	150	6	boa	
13/05/09	13,41	150	13	boa	
20/05/09	8,23	150	8	boa	
25/05/09	9,75	150	10	boa	
04/06/09	9,36	150	9	boa	
10/06/09	9,66	150	10	boa	
16/06/09	12,02	150	12	boa	
22/06/09	15,03	150	15	boa	
08/07/09	7,56	150	8	boa	
16/07/09	11,46	150	11	boa	
21/07/09	13,13	150	13	boa	
28/07/09	4,43	150	4	boa	
05/08/09	17,71	150	18	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário e secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
13/08/09	17,89	150	18	boa	
20/08/09	6,37	150	6	boa	
24/08/09	13,68	150	14	boa	
2/9/2009	19,32	150	19	boa	
9/9/2009	10,40	150	10	boa	
16/09/09	15,54	150	16	boa	
23/09/09	22,27	150	22	boa	
06/10/09	42,61	150	43	boa	
14/10/09	15,34	150	15	boa	
20/10/09	31,51	150	32	boa	
26/10/09	37,35	150	37	boa	
05/11/09	22,45	150	22	boa	
10/11/09	41,56	150	42	boa	
20/11/09	47,44	150	47	boa	
24/11/09	74,33	150	74	regular	
01/12/09	65,13	150	65	regular	
10/12/09	18,26	150	18	boa	
16/12/09	23,37	150	23	boa	
22/12/09	15,13	150	15	boa	
Média Aritmética Anual		18,78			

Tabela 69: IQAr para Partículas Totais em Suspensão (AR-7)

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
06/01/09	131,62	240	150	67	regular	
13/01/09	55,25	240	150	35	boa	
22/01/09	18,42	240	150	12	boa	
29/01/09	22,95	240	150	15	boa	
03/02/09	60,18	240	150	38	boa	
10/02/09	42,67	240	150	27	boa	
20/02/09	25,48	240	150	16	boa	
25/02/09	18,07	240	150	12	boa	
04/03/09	44,90	240	150	9	boa	
11/03/09	13,74	240	150	18	boa	
19/03/09	27,96	240	150	18	boa	
25/03/09	62,04	240	150	39	boa	
07/04/09	21,65	240	150	14	boa	
16/04/09	24,12	240	150	15	boa	



MONITORAMENTO AMBIENTAL

Data	Média Diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão primário	Padrão secundário	IQAr	Qualidade do ar	Cor de referência
23/04/09	37,69	240	150	24	boa	
29/04/09	19,57	240	150	13	boa	
06/05/09	21,26	240	150	14	boa	
13/05/09	29,46	240	150	19	boa	
20/05/09	47,37	240	150	30	boa	
25/05/09	25,49	240	150	16	boa	
04/06/09	10,27	240	150	7	boa	
10/06/09	16,19	240	150	10	boa	
16/06/09	24,21	240	150	15	boa	
22/06/09	36,97	240	150	23	boa	
08/07/09	56,74	240	150	36	boa	
16/07/09	43,43	240	150	27	boa	
21/07/09	53,66	240	150	34	boa	
28/07/09	47,13	240	150	30	boa	
05/08/09	54,60	240	150	34	boa	
13/08/09	33,80	240	150	21	boa	
20/08/09	11,74	240	150	8	boa	
24/08/09	60,26	240	150	38	boa	
02/09/09	77,70	240	150	49	boa	
09/09/09	56,77	240	150	36	boa	
16/09/09	47,57	240	150	30	boa	
23/09/09	58,21	240	150	36	boa	
06/10/09	115,03	240	150	61	regular	
14/10/09	51,41	240	150	32	boa	
20/10/09	87,14	240	150	53	regular	
26/10/09	78,84	240	150	49	boa	
05/11/09	92,76	240	150	55	regular	
10/11/09	90,41	240	150	54	regular	
20/11/09	80,32	240	150	51	boa	
24/11/09	134,18	240	150	67	regular	
01/12/09	117,50	240	150	62	regular	
10/12/09	30,14	240	150	19	boa	
16/12/09	60,24	240	150	38	boa	
22/12/09	59,45	240	150	37	boa	
Média Geométrica Anual			41,95			

A MRN vem desenvolvendo ações a fim de mitigar a ocorrência dos eventos de maiores concentrações de partículas no ar, entre elas: aumento da disponibilidade física dos veículos, frequência de circulação dos



caminhões-pipa, projetos de abertura de novas minas, etc. As medidas mitigatórias contemplam o uso de supressor de poeira a base de cloreto de cálcio, cuja autorização para realização foi emitida através do Ofício 63/2008 – COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA. Está programada a realização de novos testes na busca de outros produtos ambientalmente corretos e de maior eficiência no controle das emissões fugitivas.

13.6 Emissões Atmosféricas - Porto

O monitoramento das emissões atmosféricas é realizado nas fontes fixas localizadas na área do porto: Usina de Geração II (UG II) e Secadores (A, B, C).

13.6.1 Legislação aplicável e normas técnicas

O IBAMA, através do Ofício 024/2008 – COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA, determinou como limites para emissões das fontes estacionárias do Empreendimento - usina de geração II (UGII) e secadores - os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 382/2006.

O Anexo I desta resolução dispõe sobre os limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível.

Sendo a potência dos secadores de 12MW e da UG II de 9 MW, os padrões de emissões atmosféricas são os dispostos na Tabela 70. Tais valores são expressos na unidade de concentração mg/Nm^3 , em base seca e 3% de excesso de oxigênio.

Tabela 70: Padrões de emissões das fontes estacionárias

Potência térmica nominal (MW)	Material Particulado	NO _x (como NO ₂)	SO _x (como SO ₂)
Menor que 10	300	1600	2700
Entre 10 e 70	250	1000	2700

O anexo supracitado define como processo de geração de calor por combustão externa o “processo de queima de óleo combustível realizado em qualquer forno ou caldeira cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado” (grifo nosso).

Dado que no processo de secagem do minério os gases de combustão entram em contato direto com a bauxita, a Resolução CONAMA 382/2006 não poderia ser aplicada aos secadores da MRN.

No que tange à UG II, nenhuma das fontes fixas tratadas pela Resolução CONAMA 382/2006 é tecnicamente compatível com seu processo, que é de combustão interna.

Apesar de discordarmos da compatibilidade técnica da Resolução CONAMA 382/2006 com os processos dos secadores e da UG II, os dados das emissões atmosféricas por essas fontes são comparados com os padrões desta resolução.

13.6.1.1 Em comparação à Resolução CONAMA 08/1990

O PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – foi instituído através da Resolução CONAMA 005/1989 e tem por objetivos a melhoria da qualidade do ar, o atendimento aos padrões atmosféricos estabelecidos e o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Com vistas à implementação de uma política de não deterioração significativa da qualidade do ar, o território nacional deve ser dividido em 3 Classes: I, II e III. A mesma norma determina que resolução específica do



CONAMA deverá definir as áreas Classe I e III, sendo as demais consideradas como Classe II, o que ainda não ocorreu.

A Resolução CONAMA 008/1990 estabelece os padrões máximos de emissão de poluentes do ar para processos de combustão externa em fontes fixas de poluição. Sugere-se que o parâmetro de SO₂ dessa norma seja aplicado às emissões da Planta de Secagem de Bauxita.

Os padrões variam conforme a Classe da área. Na Resolução CONAMA 008/1990, as áreas Classe I são divididas em “áreas a serem atmosféricamente preservadas” e “áreas a serem atmosféricamente conservadas”.

Aqui cabe distinguir preservacionismo e conservacionismo. O primeiro impõe um regime de proteção rigoroso, não admitindo exploração econômica, enquanto que o segundo considera o valor instrumental da natureza, sendo ela passível de aproveitamento racional⁵.

Assim, devido à Planta de Secagem de Bauxita situar-se na zona de amortecimento da Floresta Nacional de Saracá-Taquera e da Reserva Biológica do Rio Trombetas, e sendo a zona de amortecimento “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”⁶, entende-se que ela pertence à divisão “áreas a serem atmosféricamente conservadas” da Classe I. Seguem os valores máximos de emissão nestas áreas:

- SO₂ – 2.000 gramas por milhão de quilocalorias.

13.6.1.2 Em comparação à Deliberação COPAM 11/1986

O processo de queima da UG II é realizado por combustão interna, ou seja, o processo de conversão de energia química em energia mecânica se dá através de ciclos termodinâmicos que envolvem expansão, compressão e mudança de temperatura de gases, sendo então o processo distinto dos de combustão externa.

Por analogia, comparamos os padrões de emissões da UG II, para SO₂ e material particulado, e para os secadores, a comparação para o parâmetro material particulado, com os padrões de emissão de poluentes atmosféricos da categoria “fontes não listadas” do Anexo I da Deliberação Normativa COPAM 11/1986. Seguem tais padrões:

- Material Particulado – 150 mg/Nm³
- SO₂ – 2.500 mg/Nm³

13.6.2 Justificativa técnica

Analisando os dados de particulado emitido (mg/Nm³), verifica-se que os valores estão no mesmo patamar. A mudança que fez os valores de particulados corrigidos aumentarem significativamente, foi o aumento do oxigênio (O₂) nos gases de exaustão. Isto pode ser verificado na Figura 564, onde os valores do particulado corrigido (em azul) crescem junto com o oxigênio dos gases (em vermelho), enquanto os valores dos particulados medidos (em verde) permanecem constantes.

⁵ COSTA NETO, NICOLAU DINO DE CASTRO E. *Proteção jurídica do meio ambiente – I Florestas*. Belo Horizonte: Del Rey, 2003. p. 176

⁶ Art. 2º, inc. XVIII, Lei 9.985/2000.

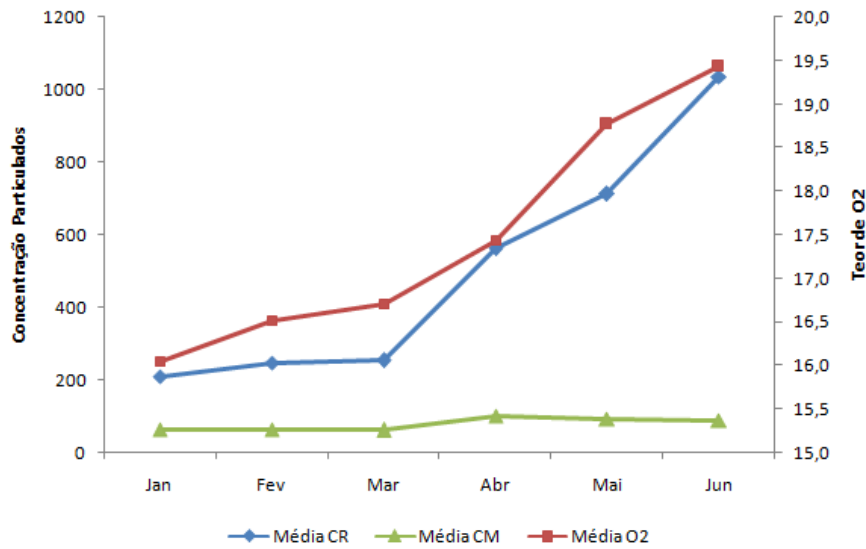


Figura 564: Particulados e Oxigênio nos gases de exaustão referentes ao primeiro semestre de 2009.

É importante perceber que a fórmula de correção proposta pela Resolução CONAMA 382/2006 é exponencial, ou seja, na região de operação do secador ela cresce exponencialmente. Este comportamento pode ser verificado no gráfico apresentado na Figura 565, onde fez-se simulação da correção para um valor fixo de particulado medido (C_M).

$$C_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} * C_M$$

Equação de correção do CONAMA 382/2006, onde:

C_R – Concentração Corrigida

C_M – Concentração Medida

O_M – Oxigênio Medido

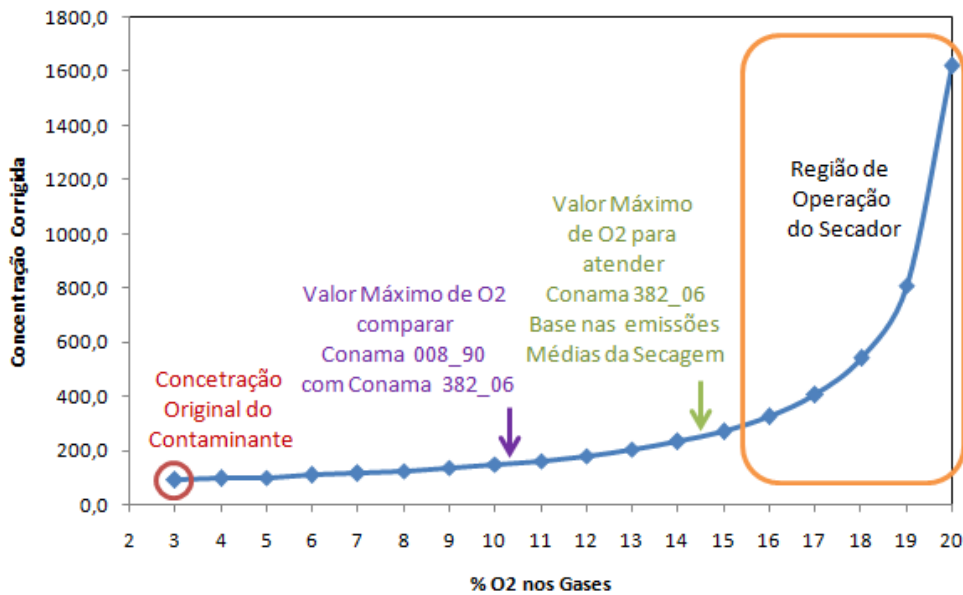


Figura 565: Variação dos particulados em função da correção no O₂ dos gases para emissão de 90mg/Nm³

Onde:



- Valor Máximo de O₂ para comparar a Resolução CONAMA 08/1990 com a 382/2006 – é o oxigênio máximo que pode haver nos gases de combustão quando consideramos emissão de 150 mg/Nm³, que é o limite estipulado pela CONAMA 08/1990.
- Valor Máximo de O₂ com base nas emissões médias da secagem – é o oxigênio máximo que pode haver nos gases de combustão quando consideramos emissão de 90 mg/Nm³, que é o valor médio da secagem.

O teor do oxigênio é inversamente proporcional à quantidade de combustível utilizada. Como no 1º trimestre foi utilizada maior quantidade de combustível para secar a bauxita, o teor de oxigênio nos gases foi menor (maiores informações podem ser obtidas no tópico sobre o processo de secagem de bauxita no ANEXO K1)⁷. O comportamento do consumo de combustível ao longo de 2009 pode ser verificado na Figura 566.

Consumo Combustível (Kg BPF/ton Bauxita)

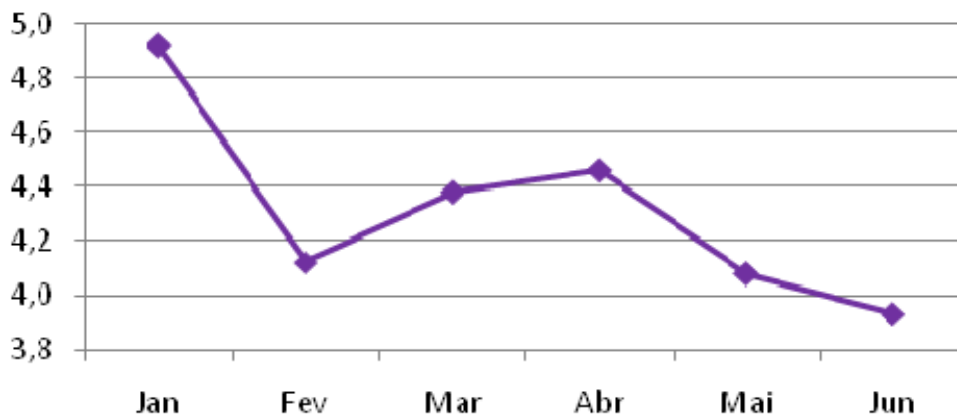


Figura 566: Consumo de combustível na secagem referente ao primeiro semestre de 2009.

13.6.2.1 Justificativa conceitual dos resultados

A Resolução CONAMA 382/2006 foi elaborada para caldeiras de geração de vapor, onde os gases de combustão ficam isolados no compartimento, trocam calor e então são expelidos para atmosfera. Para atingir este fim minimiza-se a quantidade de comburente (oxigênio) a ser utilizado no processo de queima, de forma a maximizar o aproveitamento de calor. Assim, valores usuais para excesso de ar ficam entre 5% e 20%, o que corresponde a teores de 2 a 5 % de oxigênio nos gases emitidos na chaminé. O material particulado destes equipamentos é exclusivamente fuligem e, portanto, deve ser minimizado. A conversão do oxigênio medido na chaminé para o valor de referência (que foi estipulado em 3%) visa evitar que sejam lidos valores menores de emissão na chaminé pela diluição dos gases.

No processo de secagem, por sua vez, é utilizada grande quantidade de excesso de ar. Isto evita a formação de fuligem, mas também aumenta em muito o oxigênio nos gases de exaustão, que oscilam entre 16% e 20%. Esta medida é necessária para garantir o contato entre os gases de combustão e o material a

⁷ O principal fator que altera o consumo de combustível é a umidade inicial do minério. Ela vai tender a ficar baixa até o final do ano, tendo como consequência o aumento do oxigênio nos gases de exaustão, ou seja, mantendo as emissões nos níveis atuais.



ser seco. Em decorrência deste contato, algum material particulado é arrastado junto com os gases de exaustão, que antes de ser emitido para atmosfera recebe tratamento no sistema de limpeza dos gases por meio de ciclonagem e lavagem dos gases. (maiores informações podem ser obtidas no tópico sobre o processo de secagem de bauxita no ANEXO K1). É importante ressaltar que o particulado emitido tem características químicas diferentes da fuligem, pois é constituído por material inerte (finos de bauxita).

Devido às características tecnológicas acima citadas, quando calculamos as emissões dos secadores utilizando a Resolução CONAMA 382/2006 conseguimos resultados significativamente altos para o item material particulado. É possível que os teores máximos de oxigênio para atender a legislação estejam fora da faixa de operação da secagem justamente por esta diferença tecnológica.

13.6.2.2 Conclusões

Pode-se afirmar que os particulados emitidos, quando se toma por base a Resolução CONAMA 08/1990, estão sob controle e dentro dos parâmetros regulamentados.

Quando aplicamos a Resolução CONAMA 382/2006 ao processo de secagem obtemos valores acima do limite estipulado para o material particulado em função da conversão do oxigênio dos gases de exaustão. Os teores de oxigênio são altos nos gases de exaustão pela peculiaridade encontrada no processo de secagem, onde os gases de combustão entram em contato com o produto. Esta peculiaridade é justamente o que descaracteriza a CONAMA 382/2006, uma vez que ela tem por premissa a combustão externa, cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto a ser processado.

Tentar aplicar a CONAMA 382/2006 ao processo de secagem seria o mesmo que aplicar a legislação pertinente a carros movidos a gasolina em veículos a diesel. A tecnologia do diesel pressupõe uma emissão maior e, portanto, quando enquadrada na legislação de gasolina apresentaria valores fora do padrão.

13.6.3 Metodologia e procedimentos técnicos

Foram instalados os Medidores de Particulado *Online* FWE 200 nos três fornos rotativos de secagem denominados "A", "B" e "C", com envio para painel de operação de sinal 04 a 20mA em comparação à curva isocinética e ao armazenamento de informações.

Na UGII o equipamento instalado foi o Medidor de Particulado *Online* OMD 41, posto na exaustão de gases da usina de geração de energia e constituído de opacímetro com envio para painel de operação de sinal 04 a 20mA em comparação com o perfil de opacidade (curva isocinética) e o armazenamento de informações.

Outros medidores utilizados foram os Analisadores de Gases *Online* MCS 100, postos nos três fornos rotativos de secagem denominados "A", "B" e "C", com envio para o painel de operação de sinal 04 a 20mA em função de leitura por sondas e armazenamento de informações das concentrações dos gases CO, CO₂, NO, NO₂ e SO₂.

Para a Secagem a tecnologia utilizada foi *Scattered Light Intensity* extrativo, que extrai o material particulado do meio, transporta-o em meio aquecido (acima do ponto de orvalho) até a fonte laser e realiza a leitura de partículas através do princípio óptico, evitando a formação de gotículas, o que diminuiria a confiabilidade dos resultados. Na usina de geração, ao contrário do que ocorre na secagem, não há este inconveniente. Logo, pôde ser utilizado o medidor opacímetro de duplo passo (tradicional).

13.6.4 Localização dos pontos de monitoramento

As emissões atmosféricas são monitoradas de forma contínua em quatro fontes fixas (chaminés) de emissão localizadas na usina de geração de energia – UGII – e na unidade de secagem do minério. As identificações destas fontes são apresentadas na Tabela 71.



Tabela 71: Fontes fixas de emissões atmosféricas

Fonte	Parâmetros	Frequência de Monitoramento
Chaminé do Secador A	Material Particulado, CO, NO, SO ₂ , NO ₂ e CO ₂	Contínuo
Chaminé do Secador B		
Chaminé do Secador C		
Chaminé da Usina de Geração UGII		

A Figura 567 apresenta a localização das estações de monitoramento das emissões atmosféricas.



Figura 567: Localização dos Pontos de Monitoramento das Emissões Atmosféricas no Porto



13.6.5 Resultados e discussões

Os resultados dos dados das emissões atmosféricas da UGII e dos secadores são comparados aos padrões da Resolução CONAMA 382/2006, conforme determinação do IBAMA.

As Resoluções CONAMA 008/1990 e 382/2006 dispõem sobre limites máximos emissão de poluentes para fontes de combustão externa. Na UG II o processo de combustão é interno. Ademais, o art. 8º da Resolução CONAMA 382/2006 determina que quando os processos de geração de calor não forem abrangidos por essa resolução, devem ser aplicados os limites da Resolução CONAMA 008/1990.

A seguir são apresentados os resultados do monitoramento mensal referentes aos dados obtidos durante o ano de 2009, cujas análises foram baseadas de acordo com as legislações anteriormente citadas.

13.6.5.1 Usina de Geração II (UG-II)

Os resultados das concentrações médias mensais das emissões atmosféricas da UG II durante o ano de 2009, cuja análise realizada levou em consideração os parâmetros definidos na Resolução CONAMA 382/2006, constam na Tabela 72.

Tabela 72: Concentrações médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Material Particulado (MP)	mg/Nm ³	551,4	412,6	206,6	271,5	268,4	2196,0	136,0			279,1	497,1	281,1
Óxido de Enxofre (SO ₂)	mg/Nm ³	1.093,3	1.055,2		592,8	115,3	137,0	198,0			310,6	829,9	912,9
Óxido de Nitrogênio (NO ₂)	mg/Nm ³	65,8	61,4		100,1	26,2		16,0			2256,1	5246,3	5023,9

Para material particulado os resultados obtidos nos meses de janeiro, fevereiro, junho e novembro ficaram acima do padrão legal. Com relação à SO₂ todos os resultados apresentaram-se dentro do limite preconizado pela legislação, já com relação à NO₂ os meses de outubro a dezembro excederam os limites legais. Em agosto e setembro de 2009 o motor da UGII esteve em manutenção e testes de partida foram realizados nos meses seguintes, fato este que pode justificar valores que excedem os limites legais. Vale ressaltar que nestes meses as análises das concentrações foram realizadas pela SEGMA.

Na ausência de limites específicos para este tipo de processo, os padrões utilizados não são adequados para avaliação das emissões da Usina de Geração, visto que, o processo de geração de energia é classificado como combustão interna de combustível.



13.6.5.2 Secadores

Os resultados das concentrações médias mensais das emissões atmosféricas dos secadores, durante o ano de 2009, cuja análise realizada levou em consideração os parâmetros definidos na Resolução CONAMA 382/2006 e na Resolução CONAMA 08/1990, são apresentados abaixo.

13.6.5.2.1 Secador A

A Tabela 73, Tabela 74 e Tabela 75 apresentam os resultados das emissões do secador A, tendo como referência a Resolução CONAMA 382/2006 e a Resolução CONAMA 008/1990.

Tabela 73: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 sem correção

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Material Particulado (MP)	mg/Nm ³	82,42	79,06	71,04	115,24	103,90	89,98			57,93	67,34	52,14	108,00
Óxido de Nitrogênio (NO ₂)	mg/Nm ³	177,82	153,40	133,19	74,06	82,08	52,40	118,53		133,11	227,76	377,74	128,68
Teor de Oxigênio (O ₂)	%	14,77	15,64	15,76	17,53	17,77	19,09	17,85		18,51	19,01	18,47	17,99

Tabela 74: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 com valores corrigidos

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Material Particulado (MP)	mg/Nm ³	238,13	265,50	244,03	597,79	579,01	847,98			418,77	609,11	370,96	645,85
Óxido de Nitrogênio (NO ₂)	mg/Nm ³	513,77	515,15	457,52	384,17	457,41	493,82	677,31		962,24	2060,14	2687,48	769,51

Tabela 75: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 008/1990

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Óxido de Enxofre (SO ₂)	g/10 ⁶ kcal	105,43	97,80	79,53	38,17	42,67	33,41	52,77		124,39	58,49	68,68	10,77

Considerando a correção proposta na Resolução CONAMA 382/2006 em seu Anexo 1, as medições de material particulado ficaram acima do padrão legal, exceto nos meses de janeiro e março. Para NO₂ os resultados apresentaram-se abaixo do padrão legal, com exceção dos meses de outubro e novembro. Para SO₂ os resultados estão de acordo com a legislação.

No mês de julho não houve medição de material particulado, em agosto o secador A ficou fora de operação.



13.6.5.2.2 Secador B

A Tabela 76, Tabela 77 e Tabela 78 apresentam os resultados das emissões do secador B, tendo como referência a Resolução CONAMA 382/2006 e a Resolução CONAMA 008/1190.

Tabela 76: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 sem correção

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Material Particulado (MP)	mg/Nm ³	52,99	64,85	55,45	87,30	81,15	87,03	41,85		86,17	72,37	97,83	29,26
Óxido de Nitrogênio (NO ₂)	mg/Nm ³	104,62	113,48	102,13	92,45	51,05	49,03	34,85		144,98	168,45	244,60	83,34
Teor de Oxigênio (O ₂)	%	16,33	16,31	16,31	17,10	19,02	19,37	20,15		19,48	19,75	19,38	19,02

Tabela 77: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 com valores corrigidos

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Material Particulado (MP)	mg/Nm ³	204,24	248,89	212,81	402,92	737,73	961,07	886,24		1020,43	1042,13	1087,00	266,00
Óxido de Nitrogênio (NO ₂)	mg/Nm ³	403,25	435,53	391,97	426,69	464,09	541,44	738,00		1716,87	2425,68	2717,78	757,64

Tabela 78: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 008/1990

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Óxido de Enxofre (SO ₂)	g/10 ⁶ kcal	66,84	70,73	68,65	48,68	34,16	28,26	19,87		125,90	37,15	72,34	49,72

Considerando a correção proposta na Resolução CONAMA 382/2006 em seu Anexo 1, as medições de material particulado ficaram acima do padrão legal, exceto nos meses de janeiro, fevereiro e março. Para NO₂ os resultados apresentaram-se abaixo do padrão legal, com exceção dos meses de setembro, outubro e novembro. Para SO₂ os resultados estão de acordo com a legislação.

No mês de agosto o secador B ficou fora de operação.



13.6.5.2.3 Secador C

A Tabela 79, Tabela 80 e Tabela 81 apresentam os resultados das emissões do secador A, tendo como referencia a Resolução CONAMA 382/2006 e a Resolução CONAMA 008/1190.

Tabela 79: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 sem correção

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Material Particulado (MP)	mg/Nm ³	52,09	46,37	55,99								69,76	84,10
Óxido de Nitrogênio (NO ₂)	mg/Nm ³	161,62	142,17	138,86								192,96	171,92
Teor de Oxigênio (O ₂)	%	15,01	15,08	15,46								18,24	16,91

Tabela 80: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 382/2006 com valores corrigidos

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Material Particulado (MP)	mg/Nm ³	156,53	140,99	181,92								454,96	370,12
Óxido de Nitrogênio (NO ₂)	mg/Nm ³	485,67	432,27	451,17								1258,43	756,62

Tabela 81: médias mensais considerando os limites da Resolução CONAMA 008/1990

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Óxido de Enxofre (SO ₂)	g/10 ⁶ kcal	79,98	68,07	61,00								50,81	36,63

Considerando a correção proposta na Resolução CONAMA 382/2006 em seu Anexo 1, as medições de material particulado ficaram acima do padrão nos meses de novembro e dezembro. Para NO₂ os resultados apresentaram-se abaixo do padrão legal, com exceção do mês de novembro. Para SO₂ os resultados estão de acordo com a legislação.

Entre os meses de abril a outubro o secador C ficou fora de operação.



14.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO METEOROLÓGICO

O monitoramento meteorológico avalia as condições climáticas locais a partir de parâmetros, como temperatura do ar, pressão atmosférica, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade e direção dos ventos.

Em Porto Trombetas, onde se situa a MRN, o clima é o equatorial quente úmido, sendo o período chuvoso os meses de janeiro a junho e o seco os de julho a dezembro. Agosto, setembro e outubro são os meses com as menores taxas de precipitação (época de vazante), enquanto que fevereiro, março e abril possuem as taxas mais elevadas, sendo a época de enchentes. A precipitação pluviométrica anual média é de 2.000 mm/ano, a umidade relativa do ar média é superior a 80% e a temperatura anual média varia entre 24° C e 31° C.

Neste item serão apresentados os resultados das variáveis meteorológicas citados acima durante o ano de 2009 acompanhados de uma série histórica para eventuais comparações.

14.1 Metodologia e Procedimentos Adotados

O monitoramento meteorológico é realizado por duas estações meteorológicas (marca *MET ONE*) alocadas na área de influência do Empreendimento. No ANEXO J1 encontra-se o laudo de calibração.

As estações meteorológicas resgam e armazenam em um acumulador de dados – *datalogger* – os dados horários de temperatura do ar, pressão atmosférica, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade e direção dos ventos.

Os dados são coletados em campo semanalmente, tratados e tabulados para a devida interpretação das condições climáticas locais.

Com relação ao monitoramento dos ventos, após coleta de dados em campo, os mesmos foram tratados com a utilização do *software* WRPLOT VIEW, versão 5.9.

Neste sistema existem duas funções para obtenção da direção e velocidade do vento predominante:

- *Blowing from* - considera a origem do fluxo.
- *Blowing to* - considera o destino do fluxo.

O resultado do tratamento dos dados é o mesmo para as duas funções desde que sejam analisados de acordo com o referencial adotado para a visualização dos gráficos.

De acordo com a WMO – *World Meteorological Organization*, “direção do vento” é a direção de onde se origina o vento, portanto a opção utilizada neste relatório é a *blowing from*, de modo a seguir a padronização já adotada.

14.2 Localização dos Pontos de Monitoramento

As estações meteorológicas (pontos de monitoramento) são detalhadas na Tabela 82. A Figura 568 apresenta a localização das estações de monitoramento na localizadas em Porto Trombetas.



Tabela 82: Localização e descrição das estações de monitoramento meteorológico

<p>Ponto 1 – Porto</p> <p>Altura do anemômetro: 13 m</p> <p>Coordenadas UTM: 0566570 E 9835286 N</p>	
<p>Ponto 2 – Mina</p> <p>Altura do anemômetro: 4,9 m</p> <p>Coordenadas UTM: 0565608 E 9814414 N</p>	



Figura 568: Localização das estações de monitoramento meteorológico



14.3 Parâmetros Meteorológicos e Resultados

A seguir serão apresentados detalhamentos a respeito das variáveis meteorológicas medidas, assim como os resultados encontrados para os mesmas.

14.3.1 Direção e velocidade dos ventos

Vento é o ar atmosférico em movimento e a força principal para o deslocamento do ar atmosférico é o movimento de rotação da Terra, enquanto que as diferenças de pressão atmosférica na superfície do globo controlam a direção dos ventos.

Na região equatorial ocorre o encontro dos ventos alísios - massas de ar que fluem dos trópicos para o equador - oriundos do hemisfério norte (alísios de nordeste) com os originados do hemisfério sul (alísios de sudeste), originando a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT. Esta se caracteriza pela ocorrência de ventos de calmaria devido ao encontro dos ventos alísios de ambos os hemisférios, a temperatura e umidade elevadas.

A ZCIT constitui-se em um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuantes nos trópicos e tem grande influência nas condições de tempo e de clima em diversas áreas da região Tropical – os continentes africano e americano e as precipitações no norte do nordeste brasileiro.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos na área do Porto e da Mina, devidamente interpretados de forma a caracterizar as condições predominantes dos ventos da região.

■ Área do Porto

Os resultados com a avaliação dos dados gerais, direção X velocidade dos ventos e distribuição das freqüências dos ventos encontram-se nos ANEXO L1, ANEXO L2 e ANEXO L3, respectivamente.

A Figura 569 apresenta a rosa dos ventos da área do Porto.

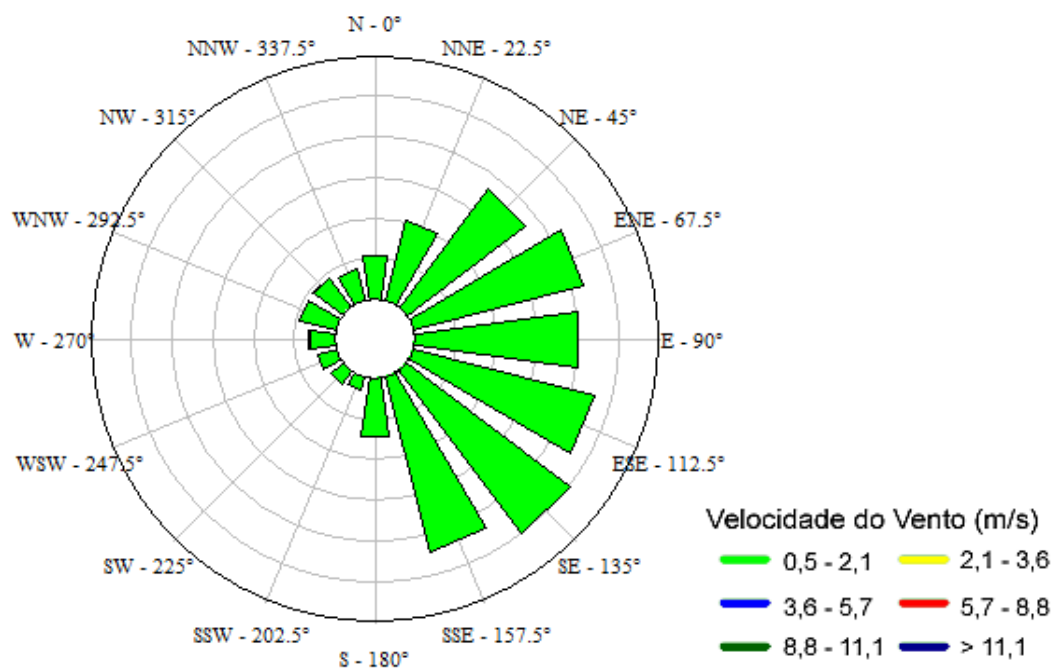


Figura 569: Rosa dos Ventos – Porto (Área de Influência da Planta Industrial)



■ Área da Mina

Os resultados com a avaliação dos dados gerais, direção X velocidade dos ventos e distribuição das freqüências dos ventos encontram-se nos ANEXO L4, ANEXO L5 e ANEXO L6, respectivamente.

A Figura 570 apresenta a rosa dos ventos da área da Mina.

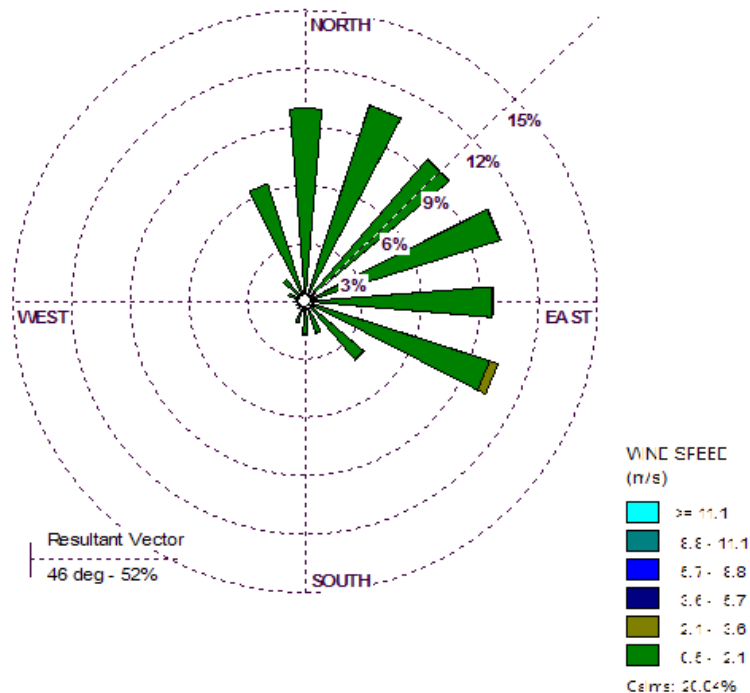


Figura 570: Rosa dos Ventos– Mina (Área de Influência da Planta Beneficiamento)

A área do Porto localiza-se às margens do rio Trombetas, um dos principais mananciais da região. A maior proximidade de grandes massas de água torna-se sujeita à influência da maritimidade, a qual promove uma maior circulação dos ventos (brisas), que mudam de direção entre os dias e as noites em função da diferença de capacidade calorífica entre as massas de água e superfície terrestre.

A estação da Mina dista cerca de 30 km da área do Porto e está a uma altitude superior a 100m, no topo do platô. Esta área possui sentido preferencial do vento mais bem definido, praticamente não sendo identificadas inversões ao longo do dia. O relevo, a densa vegetação e os elementos climáticos são fatores que interferem na circulação das massas de ar, caracterizando-se o vento, em sua maioria, como de calmaria para a região.

14.3.2 Temperatura

A temperatura corresponde à energia absorvida pela troposfera após a difusão de calor absorvido pelo planeta, nas porções sólidas e líquidas. Portanto a atmosfera é aquecida pelos raios solares após reagirem com as superfícies sólidas e líquidas. Quanto maior a altitude, menos intensa é a radiação. O clima da região onde a MRN está inserida é o equatorial quente úmido variando a temperatura anual média entre 24° C e 31° C.



A Figura 571 e a Figura 572 apresentam dos resultados da temperaturas na área do Porto e da Mina para o período de janeiro de 2005 a junho de 2009. De forma a visualizar o comportamento das curvas e das séries de temperatura, o gráfico apresenta os seguintes elementos aqui explicitados:

- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009;
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008;
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.

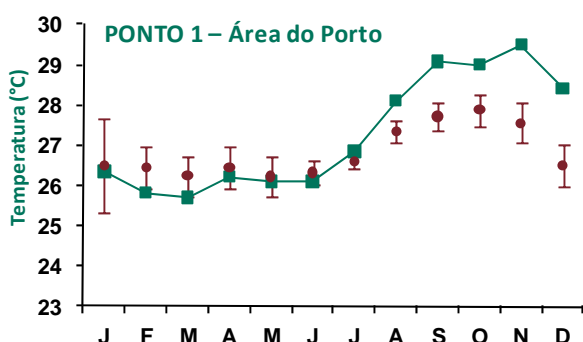


Figura 571: Média mensal de Temperatura em 2009 (Porto).

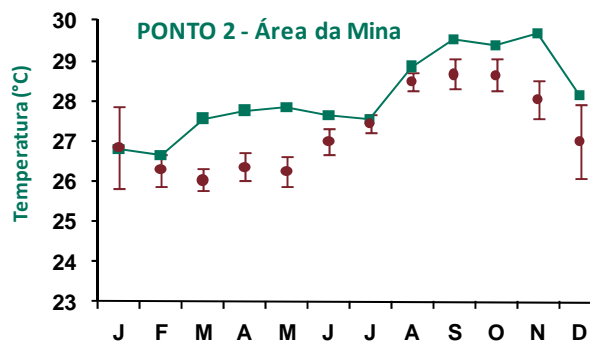


Figura 572: Média mensal de Temperatura em 2009 (Mina).

Observa-se que a temperatura referente ao ano de 2009 apresentou um comportamento diferenciado nas duas áreas estudadas. Também é perceptível a variação com relação as séries históricas dos anos anteriores.

Na região de Porto Trombetas, as médias mensais de temperatura registradas nas estações meteorológicas variaram entre 26,0 e 28,7 °C na área da Mina e entre 26,2 e 27,9 °C na área do Porto. Isso demonstra haver uma relativa diferença entre as duas áreas, sendo que a do Porto apresenta, em média, resultados inferiores de temperatura na época de estiagem, enquanto que na época de chuva a área da Mina apresenta os menores valores.

As maiores diferenças entre estas duas áreas podem ser explicadas pela proximidade da área do Porto em relação ao rio Trombetas, pois a água apresenta baixa reflexão aos raios solares, cujo valor é menor do que 8%, o que pode ser decisivo no período de estiagem. Já na época de chuva a altitude pode ser um fator preponderante para os menores valores de temperatura na área da Mina devido à diferença de cota entre as duas áreas.

A variação térmica ao longo de todo o ano é relativamente baixa devido à cobertura vegetal densa, característica da região Amazônica, cujo grau de reflexão dos raios solares (albedo) é de 10 a 15%.

Outros fatores que contribuem para a variação de temperatura são as formações de nuvens e a proximidade dos mananciais.

14.3.3 Pressão atmosférica

A pressão atmosférica possui relação com a força provocada pelo peso do ar, o qual varia com a altitude e latitude. Quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica.

A influência da latitude ocorre devido à mudança do ângulo de incidência dos raios solares que atingem diretamente a região equatorial, provocando maior irradiação de calor e dissipação de gases que se



deslocam em direção aos trópicos. Logo, a região equatorial tem sua temperatura elevada e sua pressão atmosférica reduzida. As regiões com menor ângulo de incidência de raios solares têm sua temperatura diminuída, tornando-se uma zona atrativa para as massas de ar e gerando uma zona de maior pressão atmosférica.

A Figura 573 e a Figura 574 apresentam os resultados referente à pressão atmosférica nas áreas do Porto e da Mina em 2009. De modo a visualizar o comportamento das curvas e das séries de pressão atmosférica, o gráfico apresenta os seguintes elementos:

- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009;
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008;
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.

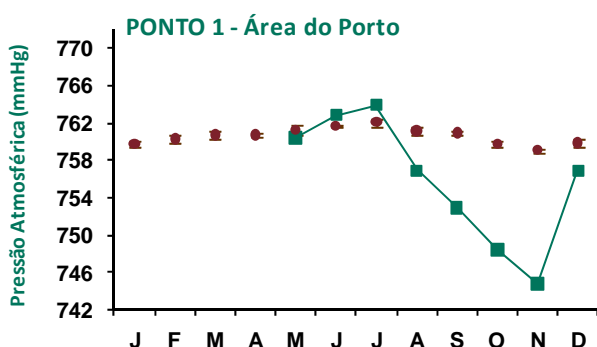


Figura 573: Média mensal de Pressão Atmosférica em 2009 (Porto).

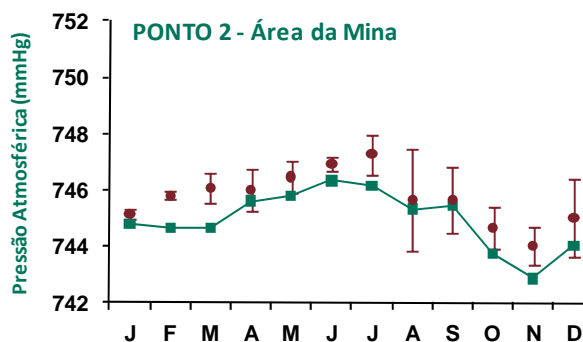


Figura 574: Média mensal de Pressão Atmosférica em 2009 (Mina).

Os valores médios de pressão atmosférica são praticamente constantes ao longo de todo o ano, sendo que os resultados registrados para a área do Porto são superiores, tendo em vista a baixa altitude desta área em relação à Mina, constituindo esta variável o fator preponderante para diferença entre os resultados.

A medição de pressão atmosférica na área do Porto ficou comprometida a partir de outubro de 2007 em função de ações de vandalismo (furto) que provocaram a perda dos dados armazenados no Datalogger e no Modem. As medições de pressão atmosférica na nova estação meteorológica iniciaram em maio de 2009.

14.3.4 Umidade relativa

Umidade relativa é a quantidade de vapor de água encontrado na troposfera, podendo ser expressa em valor absoluto (g/m^3) ou relativo (%). A umidade é relativa ao ponto de saturação de vapor de água na atmosfera (4%). Chegando a esse valor ocorre a precipitação.

As regiões próximas à linha do Equador são caracterizadas por apresentar maior incidência dos raios solares, fazendo com que se obtenha uma expansão dos gases atmosféricos e criando uma zona de baixa pressão denominada de “depressão equatorial”, associada à ascensão do ar quente na ZCIT. A medida que o ar sobe formam-se nuvens e ocorre a precipitação, caracterizando o clima da região como quente e úmido.

A umidade do ar na região amazônica está relacionada com a umidade advinda do oceano Atlântico, conduzida pelos ventos alísios e que se condensa no continente. Do total de chuvas, 25% alimentam os



igarapés, 25% são retidos pelas folhas e 50% são absorvidos pelas árvores – esses últimos 75% voltam para a atmosfera em forma de vapor d'água, por meio da evaporação e da transpiração, formando uma quantidade enorme de vapor de água que se desloca da região Norte até o Sul do país.

A densa cobertura de flora da região auxilia no aumento da umidade relativa do ar, pois o vegetal retira umidade do solo por meio das raízes e a manda para a troposfera por evapotranspiração. Esse mecanismo promove o aumento na umidade do ar e, conseqüentemente, o aumento na quantidade de chuvas na região. Estima-se que uma árvore de grande porte na Amazônia possua capacidade de evapotranspirar até 300 litros de água por dia.

A Figura 575 e a Figura 576 apresentam os resultados de umidade relativa nas áreas do Porto e da Mina em 2009. De modo a visualizar o comportamento das curvas e das séries de pressão atmosférica, os gráficos apresentam os seguintes elementos:

- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009;
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008;
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.

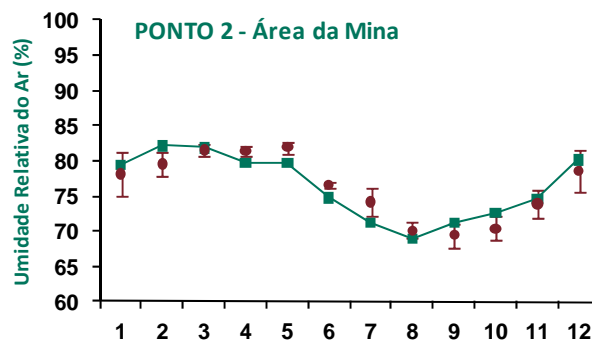
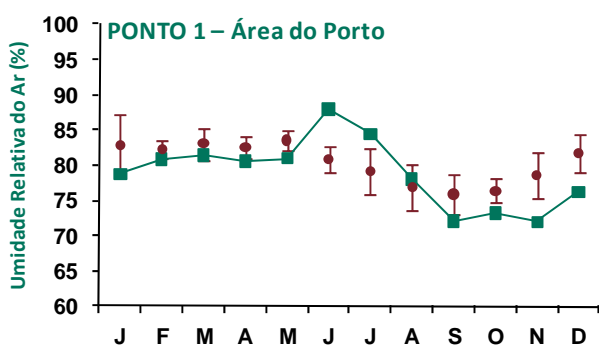


Figura 575: Média Mensal de Umidade Relativa em 2009 (Porto).

Figura 576: Média Mensal de Umidade Relativa em 2009 (Mina).

Verifica-se que os valores de umidade relativa nas duas estações são bem próximos, embora a estação do Porto apresente valores ligeiramente superiores em relação à estação da Mina. A proximidade do rio Trombetas é um fator decisivo na obtenção desta pequena diferença entre os resultados.

14.3.5 Radiação Solar

O balanço de energia radiante na Terra é complexo. Parte da radiação solar - em torno de 30% - é refletida pela atmosfera e pelas nuvens. Nas regiões tropicais os raios solares estão mais perto da vertical, enquanto que nas regiões polares eles estão muito inclinados com relação ao solo. Assim, a radiação solar é mais intensa e penetrante nas primeiras, sendo o aquecimento resultante escasso ou nulo nas últimas.

Durante um dia a Terra gira uma vez em torno de si mesma e todas as longitudes recebem radiação solar (radiação de onda curta) e emitem e absorvem radiação térmica. Algumas latitudes têm um saldo positivo e outras o têm negativo. O excesso absorvido nos trópicos é transportado na direção das latitudes maiores através das correntes oceânicas e da circulação da atmosfera.

A distribuição horizontal e vertical da temperatura, da umidade e dos ventos (incluindo a presença de nuvens, aerossol e diversos gases atmosféricos) influencia no balanço de energia sobre um dado local ou



região. Esse balanço é variável no tempo, mas tende a "fechar" em cada local no período de um ano. Suas características definem o clima regional.

A vila industrial de Porto Trombetas está localizada em uma região de baixa latitude, próxima à linha do Equador, onde a insolação atinge seus maiores resultados devido à penetração perpendicular dos raios solares, ou seja, a temperatura diminui do equador para os pólos. Os valores detectados na estação meteorológica para a variável radiação solar tiveram um alcance de 145,2 a 251,8 W/m² nos últimos cinco anos, com uma variação tipicamente sazonal, tendo seus maiores valores registrados na época de estiagem da região. Na época de chuva as formações de nuvens espessas influem na obtenção dos menores valores de radiação solar.

A Figura 577 e a Figura 578 apresentam os resultados de radiação solar nas áreas do Porto e da Mina em 2009. De modo a visualizar o comportamento das curvas e das séries de radiação solar, o gráfico apresenta os seguintes elementos:

- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009;
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008;
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.

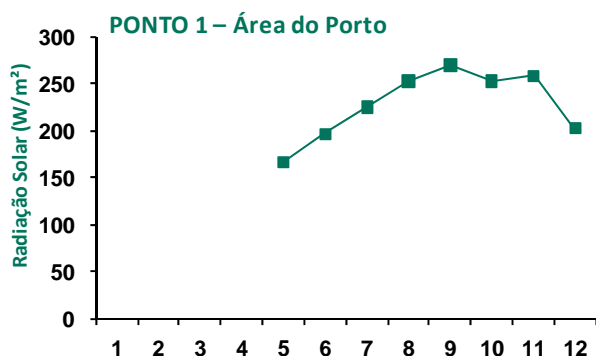


Figura 577: Média mensal de Radiação Solar em 2009 (Porto).

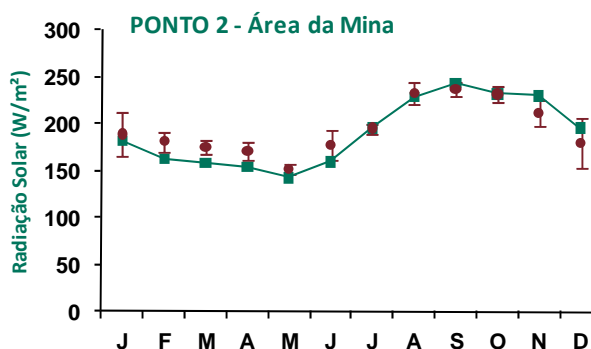


Figura 578: Média mensal de Radiação Solar em 2009 (Mina).

14.3.6 Pluviometria

A pluviometria resulta da saturação do vapor d'água que se condensa passando do estado gasoso para o líquido. A quantidade de vapor d'água circulando pela atmosfera é uma combinação de evaporação do solo e transpiração das plantas e depende da umidade do solo, temperatura do ar, temperatura do solo e velocidade do vento.

A região de Porto Trombetas é caracterizada por um clima quente e úmido, onde ocorre a ZCIT, e que favorece a ocorrências de chuvas do tipo convectivas, ou seja, ocorrem em função da subida do ar contendo muito vapor d'água e que ao ganhar altitude entra em contato com as camadas frias, sofre condensação e posterior precipitação. O ar sobe quente e úmido e desce frio e seco.

A umidade relativa do ar é alta na região de Porto Trombetas, sendo a área do Porto caracterizada por apresentar os maiores resultados da mesma ao longo de todo o ano. A área do Porto está mais próxima do rio Trombetas, o que lhe garante uma maior umidade relativa e conseqüente precipitação pluviométrica.

Verifica-se através dos resultados obtidos durante a série histórica (Figura 579 e Figura 580) que a área do Porto apresenta relativamente os maiores índices pluviométricos. Nesta área os meses de fevereiro e abril



apresentam, em média, uma maior precipitação, enquanto que na Mina esta ocorre nos meses de março e abril.

O período com os menores índices pluviométricos está compreendido entre os meses de agosto a outubro nas duas áreas, sendo que na Mina, no período de estiagem, os resultados são ligeiramente inferiores.

A seguir são apresentados os gráficos referentes aos dados de pluviometria registrados nas áreas do Porto e da Mina em 2009. De forma a visualizar o comportamento das curvas e das séries de pressão atmosférica, o gráfico apresenta os seguintes elementos aqui explicitados:

- A linha verde pontuada por quadrados representa os valores encontrados de janeiro a dezembro no ano de 2009;
- O círculo vinho representa a média dos valores mensais da série histórica de cada parâmetro até o ano de 2008;
- O intervalo vinho na forma de barra de erros representa o respectivo desvio-padrão do período compreendido entre início da medição e o ano de 2008.

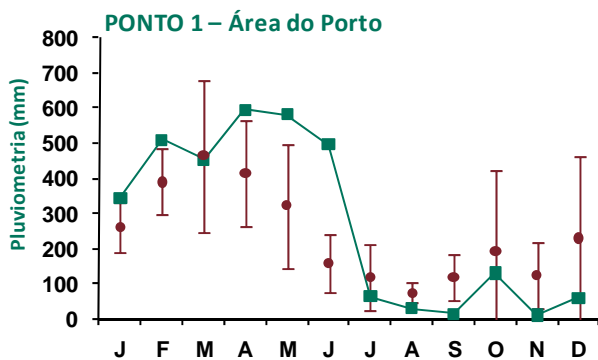


Figura 579: Média mensal de pluviometria em 2009 (Porto).

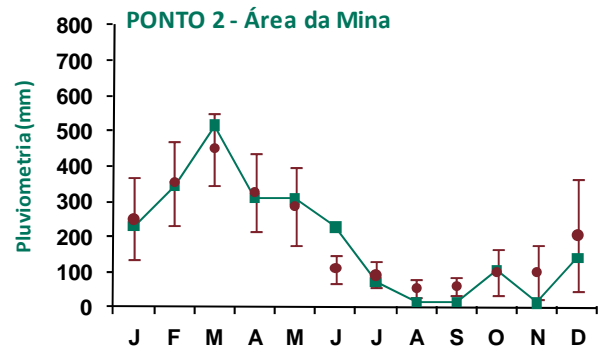


Figura 580: Média mensal de pluviometria em 2009 (Mina).



15.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RUÍDO AMBIENTAL

A avaliação da qualidade do ruído é importante não apenas para a flora e a fauna, mas para a saúde ocupacional dos operários. Assim, os objetivos do Programa de Monitoramento de Ruído Ambiental permeiam tanto o meio biológico quanto o socioeconômico.

O Programa visa apresentar os resultados das medições dos níveis de pressão sonora percebida no entorno do platô Saracá para que seja possível analisar a influência das atividades de mineração sobre os mesmos. As principais fontes de ruído ambiental identificadas nas áreas são: tráfego de veículos leves e pesados, britadores, oficinas e operações com tratores e escavadeiras. No período noturno os níveis de ruído emitidos pelos animais se tornam perceptíveis.

15.1 Legislação Aplicável e Normas Técnicas

A Resolução CONAMA 001/1990 determina que é prejudicial à saúde e ao sossego público a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativa, em níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.151. A Lei Estadual do Pará nº. 5.887, de 09 de maio de 1995, que trata da Política Estadual do Meio Ambiente, dispõe o seguinte sobre ruídos e vibrações:

Art. 26 - Os níveis máximos permitidos dos sons, ruídos e vibrações, bem como as diretrizes, critérios e padrões, para o controle da poluição sonora interna e externa decorrentes de atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive de propaganda política e outras formas de divulgação sonorizada, serão estabelecidos em normas específicas.

Assim, como no Estado do Pará não há o estabelecimento de níveis de ruído, deve-se obedecer ao que dispõe a legislação federal, ou seja, a NBR 10.151 em sua versão atualizada, de 2003 que, estabelece para áreas predominantemente industriais os níveis de critérios de avaliação de ruído de 70dB para o período diurno e 60dB para o período noturno.

15.2 Localização dos Pontos de Monitoramento

Abaixo é apresentado a Tabela 83 com as descrições dos pontos de monitoramento de ruído ambiental e suas respectivas coordenadas.

Tabela 83: Descrição dos pontos de monitoramento de ruído ambiental

Pontos de Monitoramento	Descrição dos Pontos	Coordenadas UTM	Atividades desenvolvidas nas áreas de influencia dos pontos
SA-1	Localizado na estrada da Garganta, entre o platô Saracá e Monte Branco, próximo à régua fluviométrica.	554964 E 9816629 N	Área natural com floresta nativa, próxima ao local aonde será instalada futuramente a captação do Monte Branco.
SA-2	Localizado a cerca de 200m do britador no platô Saracá	558692 E 9814410 N	Localizado próximo à britagem do minério, ponto de início da estrada da Garganta
SA-3	Localizado na bifurcação das estradas de acesso aos platôs Saracá e Papagaio/Periquito	564448 E 9814491 N	Tráfego de veículos na estrada de acesso aos Saracá e Papagaio/Periquito

Na Figura 581 são apresentados os pontos de monitoramento, georreferenciados, localizados nos platôs. Tais pontos foram definidos por serem considerados estratégicos no entorno destes platôs para a avaliação dos diferentes ambientes em relação às fontes de emissão de ruído.



15.2.1 Metodologia e procedimentos técnicos

O parâmetro para monitoramento de ruído é o nível de pressão sonora, que é medido na unidade decibel, na curva de compensação "A" e representado em uma escala logarítmica.

Com base na NBR 10151:2000, deve-se medir o ruído externamente aos limites da propriedade que contém a fonte, obedecendo-se ao afastamento mínimo do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras.

Cabe lembrar que essa norma da ABNT refere-se ao conforto da comunidade. Entretanto a área em questão é estritamente industrial, não há comunidades nas proximidades das áreas de mina. O impacto maior se dá em relação à fauna, mas não há norma específica para essa situação, tendo em vista a ausência de legislação específica sobre efeitos à fauna, utiliza-se como referência a norma da ABNT.

O monitoramento de ruído é realizado nos pontos já definidos para os platôs em operação e, com frequência trimestral, com a possibilidade de alterações para frequência semestral, caso não sejam notadas grandes variações.

A determinação dos níveis de ruído corrigido seguiu o procedimento estipulado pela NBR 10151:2000. Para cada ponto analisado foram realizadas medições durante um dia, nos períodos diurno e noturno. As medições seguiram os critérios de 1,2 m de distância do solo e com microfone afastado pelo menos 2,0m de distância de qualquer obstáculo que pudesse interferir nos resultados obtidos.

Para as medições foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora, o qual que atende às especificações da IEC 60651, cujo método de avaliação baseou-se na curva de ponderação "A": nível de pressão sonora equivalente dB(A). O equipamento foi configurado para operar no modo de leitura rápida (*fast*), observando todas as condições climáticas ou interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza, tais como trovões, chuvas fortes, ventos fortes, etc., sob os quais não poderiam ser realizadas as amostragens.

As amostragens foram realizadas durante os períodos diurno (06:00 às 22:00h) e noturno (22:00 às 06:00h), sendo que o tempo de medição foi programado de forma a permitir coletas em intervalos de tempo de 20 segundos, num total de 10 minutos, totalizando 30 amostras em cada ponto.

O equipamento foi adaptado em um tripé e disposto de baterias novas para realização das medições. Foram evitadas quaisquer interferências de outras fontes que pudessem descaracterizar o ambiente avaliado, sendo que qualquer influência externa que não caracterizasse o ambiente foi descartada e substituída por nova medição.

O método de avaliação envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibéis ponderados em "A", comumente chamado dB(A). De modo geral, a Organização Mundial de Saúde e outras entidades internacionais estabelecem como valores máximos permitidos 70 dB(A) e 60 dB(A), respectivamente em horários diurno e noturno.

Para realização das medições do monitoramento de ruído ambiental utilizou-se um medidor de pressão sonora modelo SOLO, marca *CHROMPACK*, Série 40406, cuja data da última calibração foi 21/10/2009 (ANEXO J1), segundo as Normas da IEC 60651:1979 e em conformidade com as Normas ISO 14001.



Figura 581: Localização dos Pontos de Monitoramento de Ruído Ambiental



15.2.2 Resultados e discussões

Na Tabela 84 são apresentados os resultados obtidos nas medições dos níveis de pressão sonora nos pontos de medição em 2009. Em vermelho são os valores que durante as medições excederam os limites considerados adequados.

Tabela 84: Níveis de pressão sonora equivalente

Período	Nível Leq . dB(A)				
	Ponto	Leitura	Padrão	Leitura	Padrão
		Diurno	Diurno	Noturno	Noturno
1° Trimestre	SA-1	49,8	70	47,3	60
1° Trimestre	SA-2	66,3	70	65,9	60
1° Trimestre	SA-3	71,1	70	68,3	60
2° Trimestre	SA-1	54,4	70	53,6	60
2° Trimestre	SA-2	69,6	70	71,5	60
2° Trimestre	SA-3	66,4	70	64,0	60
3° Trimestre	SA-1	40,2	70	48,8	60
3° Trimestre	SA-2	73,0	70	72,9	60
3° Trimestre	SA-3	78,0	70	47,9	60
4° Trimestre	SA-1	38,7	70	46,8	60
4° Trimestre	SA-2	68,0	70	61,7	60
4° Trimestre	SA-3	56,3	70	63,8	60

Observa-se através dos dados apresentados na tabela que durante o período diurno a maioria dos pontos monitorados apresentou níveis de pressão sonora dentro do limite legal, exceto o ponto SA-3 no 1° trimestre e os pontos SA-2 e SA-3 no 3° trimestre.

Com relação aos resultados de pressão sonora equivalente durante o período noturno, muitos dos pontos monitorados apresentaram-se acima do limite legal. Todavia o limite estipulado para o período noturno, mais restritivo, é inferior ao diurno, motivo pelo qual durante a noite são identificados muitos valores acima do limite estipulado. Esses limites estão relacionados à área predominantemente industrial, em cujas proximidades não há presença de comunidades, ou seja, nas áreas dos platôs.

Os resultados registrados para os pontos localizados em ambientes diferentes não possuem grande divergência, considerando os dois períodos em estudo (diurno e noturno), visto que o processo produtivo é ininterrupto.

Os cálculos e os resultados das medições de pressão sonora efetuadas em todos os pontos de monitoramento encontram-se no ANEXO M1 ao ANEXO M4.



16.0 MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE OPACIDADE

A sistematização das medições do nível de opacidade de fumaça preta nos veículos movidos a diesel que transitam em Porto Trombetas tem como objetivo atender à Resolução CONAMA 251/1999 e à condicionante 2.7 da Licença de Operação do platô Saracá (IBAMA), permitindo assim a melhoria da qualidade ambiental através da redução das emissões de poluentes por veículos automotores do ciclo diesel e a promoção da conscientização da população no que tange à questão da poluição do ar por veículos automotores.

Ademais, este controle ambiental é mais um dos compromissos assumidos pela Mineração Rio do Norte em sua Política da Qualidade, Saúde, Segurança e Meio Ambiente:

“A prevenção de acidentes, da poluição e a melhoria contínua de desempenho no âmbito operacional, ocupacional e ambiental devem ser buscadas permanentemente por todos através de novas tecnologias e padrões, do desenvolvimento das pessoas e do uso racional de recursos.”

16.1 Legislação Aplicável e Normas Técnicas

A Portaria IBAMA 85/1996 determina que toda empresa que possuir frota própria de transporte movida a óleo diesel deverá implantar um Programa Interno de Autofiscalização da Correta Manutenção da Frota quanto a Emissão de Fumaça Preta.

O Ofício COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA 24/2008, que dispõe sobre a revisão do Programa de Monitoramento Ambiental da MRN, determina, em seu item 3.7.1 que a empresa elabore um Programa Interno de Auto-fiscalização da Correta Manutenção da Frota quanto à emissão de Fumaça Preta em atendimento a essa Portaria.

Segundo a norma supracitada, o limite de emissão de fumaça preta a serem cumpridos por veículos movidos a óleo diesel quando em localidades situadas em até 500m de altitude – na área de exploração da MRN em Porto Trombetas o Porto tem cerca de 20m e os Platôs cerca de 160m – é menor ou igual ao padrão n° 2 da Escala Ringelman.

Considera-se em desacordo com a Portaria IBAMA 85/1996 o veículo em movimento que apresentar emissão de fumaça preta por mais de 05 segundos consecutivos.

A MRN aplica a NBR 13037:2001 para determinar a opacidade do gás de escapamento dos veículos automotores movidos a diesel que circulam em Porto Trombetas.

16.2 Metodologia e Procedimentos Adotados

Até o primeiro semestre de 2008 a Mineração Rio do Norte (MRN) utilizou a Escala de Ringelmann para o monitoramento do nível de opacidade da fumaça preta dos veículos de frota leve movidos a diesel que transitam em Porto Trombetas.

Em atenção à recomendação feita pela empresa de consultoria STCP Engenharia, durante a revisão do Programa de Monitoramento Ambiental, a Mineração Rio do Norte adquiriu um opacímetro portátil com impressora, modelo *Smoke Check* 2000, fabricado pela empresa Altanova Ltda. A utilização do opacímetro pela MRN teve início em maio de 2008 e seguiu as determinações da Resolução CONAMA 251/1999.

Durante o ano de 2009, a frota de veículos permanentes e novos movidos a diesel da MRN, das empresas por ela contratadas, das concessionárias de transporte público e das demais instituições públicas que prestam serviço em Porto Trombetas foi submetida à medição do nível opacidade de fumaça preta.

A NBR 13037 estabelece uma seqüência de testes que constitui a forma padronizada para determinar o nível de fumaça emitido por motores diesel no país. Resumidamente, o procedimento é o seguinte:



- A partir da rotação de marcha lenta do motor, o acelerador deve ser acionado contínua e rapidamente até atingir seu final de curso (corte da bomba Injetora), mantendo essa rotação por um máximo de 5 segundos;
- Liberar o acelerador para que o motor retorne à condição de marcha lenta; aguardar pelo menos 5 segundos nessa condição antes de repetir a 1ª etapa;
- Executar os procedimentos definidos nas 2 etapas anteriores, no máximo, 10 vezes, tomando como medidas os valores máximos de opacidade obtidos em cada aceleração.
- Para motores com mais de uma saída de escapamento, deve-se fazer o teste completo em cada saída, considerar como resultado o maior deles.
- Os resultados das medições são tomados a partir da 4ª medição, sendo desprezados os 3 primeiros, e os valores restantes (até 7) só podem ser considerados se satisfizerem as seguintes condições:
 - Em 4 medições consecutivas, os valores não sejam decrescentes;
 - A diferença entre o maior e o menor valor nessa série de 4 medições, não seja superior a 0,25 m⁻¹.
- O resultado final do teste de opacidade será a média aritmética dos 4 valores consecutivos, selecionados da forma indicada acima.

O equipamento opacímetro *Smoke Check 2000* é programado para atender a metodologia citada acima quando da impressão do relatório que contém o resultado de cada medição. Esse equipamento possui uma sonda que é colocada na saída do escape do veículo, tomando parte do fluxo do gás de escape para amostragem, que então é usado para avaliar o nível de opacidade da fumaça do motor a diesel.

A medição é feita através de sensor fotoelétrico instalado na própria sonda, cujo sinal é enviado ao monitor para transformação digital das leituras de opacidade.

As leituras podem variar entre 0,0% - gás totalmente transparente, sem qualquer opacidade, até 100,0%, gás de escape totalmente negro, opaco, condição extrema.

Adicionalmente, o *Smoke Check 2000* permite a leitura em unidades m⁻¹ (Fator K), que é o padrão de medição usado pelo CONAMA para inspeção veicular (I/M).

Ressalta-se que foram revisados os procedimentos, a metodologia da execução das medições e os treinamentos dos empregados responsáveis pela aplicação dessas avaliações. Portanto, para o atendimento da Resolução CONAMA 251/1999, a MRN estabeleceu o cumprimento anual de 100% das medições na frota de veículos movidos a diesel, definindo a divisão da respectiva totalidade em percentual trimestral, conforme cronograma que se encontra no ANEXO N1.

Para os veículos automotores do ciclo diesel, sejam nacionais ou importados, foram utilizados os limites máximos de opacidade em aceleração livre, de acordo com a Resolução CONAMA 251/99, conforme expostos na Tabela 85.

Tabela 85: Limites máximos de opacidade

Altitude	Tipo de Motor	
	Naturalmente Aspirado ou Turboalimentado com LDA (1)	Turboalimentado
Até 350m	1,75 m ⁻¹ (34%)	2,16 m ⁻¹ (40%)
Acima de 350m	2,52 m ⁻¹ (45%)	2,84 m ⁻¹ (49%)



16.3 Resultado

No ano de 2009, da frota total de 306 veículos movidos a diesel que circulam em Porto Trombetas, 84 foram submetidos aos testes de opacidade. Na Tabela 86 estão listadas as classes de empresas com suas respectivas frotas de veículos e os resumos do teste de opacidade realizado.

Tabela 86: Resultados das medições realizadas

Empresa	MRN		Empresas Terceirizadas		Concessionária de transporte público	
	1º Semestre	2º Semestre	1º Semestre	2º Semestre	1º Semestre	2º Semestre
<i>Frota Total</i>	115	115	164	172	28	28
<i>Medições Realizadas</i>	26	57	54	117	4	20
<i>Medições não conformes</i>	3	6	17	18	3	2
<i>Indisponível em manutenção</i>	0	12	0	11	0	1
<i>% de medições não conformes</i>	11,5%	10,5%	31%	15%	75%	10%
<i>* RNCA – Número do Registro da não conformidade</i>	1580, 1581, 1681	1755, 1756, 1757, 1758, 1769	0001, 1569, 1573, 1574, 1575, 1576, 1577, 1571, 1572, 1578, 1579, 1582, 1583, 1584, 1589 1593, 1679	1759, 1760, 1761, 1762, 1763, 1764, 1765, 1768, 1770, 1772	1590, 1591, 1592	1753, 1754

* RNCA – Relato de Não Conformidade Ambiental

Todos os resultados dos veículos vistoriados são registrados em planilha dinâmica gerenciada pela TASS – Seção de Segurança Patrimonial da Mineração Rio do Norte a qual, se encontra no ANEXO N2.

Durante o primeiro semestre de 2009 11% do total de veículos avaliados apresentou não conformidade, já para as empresas terceirizadas o resultado foi de 31% e para os veículos de transporte público em 75%. Com relação ao segundo semestre 10,5% dos veículos da MRN avaliados apresentaram não conformidade, 15% das empresas terceirizadas e 10% dos veículos de transporte público.

Para todos os veículos que apresentaram resultados fora da faixa limite relacionados com os níveis de opacidade na emissão de fumaça preta foi cadastrado um RNCA – Relato de Não Conformidade Ambiental – no Sistema de Gestão Integrada da Mineração Rio do Norte.

Os responsáveis por estes veículos devem ser notificados, através de um RNCA, para providenciarem a manutenção corretiva dos mesmos. Estas ações deverão ter a sua eficácia comprovada por meio de realização de nova medição de opacidade de fumaça preta, realizada pela TASS - Seção de Segurança Patrimonial da Mineração Rio do Norte, num prazo de 60 dias, conforme estabelecido no PTA006 (Padrão Técnico Ambiental da MRN) que, se encontra no ANEXO N3.

Comprovada a eficácia das ações corretivas, o RNCA será concluído e o veículo voltará a ser autorizado a circular em Porto Trombetas sem restrições.



17.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório é referente a Operação e Descomissionamento de Minas e Monitoramento Ambiental da Unidade Industrial da Mineração Rio do Norte S.A., em Porto Trombetas, Oriximiná – PA.

O documento foi produzido integralmente com informações fornecidas pela Mineração Rio do Norte S.A., incluindo laudos laboratoriais de análise físico-químicas de águas e efluentes, certificados de calibrações de equipamentos, medições climáticas e medições atmosféricas. Coube à Golder Associates Brasil consolidar e apresentar os dados dos levantamentos ao longo do ano de 2009, e realizar a interpretação de alguns desses dados.



18.0 EQUIPE TÉCNICA

■ Equipe MRN

Técnico	Formação / Registro IBAMA	Responsabilidade no projeto
Sanderson Silva Teixeira	Engenheiro Químico / CTF 1008068	Coordenação do projeto, monitoramento e controle ambiental
Edmundo Alfredo do Nascimento Barbosa	Técnico em Saneamento / CTF 1014966	Análises químicas / físicas e controle do processo da Estação Tratamento de Efluentes - ETE
João Eleutério Conceição Oliveira	Consultor Técnico Ambiental / CTF 1540088	Monitoramento de drenagens nas minas
Guilherme Luís Lopes Pontes	Geólogo / CTF 1453103	Relatório piezométrico
Gentil Antônio de Sousa Júnior	Engenheiro Florestal / CTF 1726649	Coordenação do projeto de reflorestamento e produção de mudas
Geraldo Magela Montese Caneschi	Engenheiro de Minas / CTF 3659954	Relatório de controle de particulados nas minas
Ediney Lobato Duarte	Geólogo / CTF 286788	Relatório piezométrico e controle de bordas
Jenaldo José Bastos de Carvalho	Técnico / CTF 2395170	Projeto de reflorestamento e produção de mudas
Márlon Moraes	Técnico / CTF 4913722	Relatório dos níveis de opacidade

■ Equipe Golder

Técnico	Formação / Registro IBAMA	Responsabilidade no projeto
Eduardo Chapadeiro	Geólogo / CTF 336845	Gerente do projeto / Revisor técnico
Luan Cervantes	Engenheiro Ambiental / CTF 4735128	Análise e gerenciamento da base de dados
Leonardo Costa	Oceanógrafo / CTF 266110	Criação de banco de dados e programação
Natasha Zadorosny	Bacharel em Direito / CTF 2721195	Aspectos jurídicos / Revisão de português
Viviane Japiassú	Tecnólogo em Meio Ambiente / CTF 2161755	Análise e gerenciamento da base de dados
Fernanda Paiva	Graduanda em Biologia / CTF 4976799	Análise e gerenciamento da base de dados
Marcelle Fonseca	Graduanda em Geografia / CTF 4794342	Análise e gerenciamento da base de dados / Cartografia digital
Nathalia Lopes	Administradora de Empresas / CTF 2707535	Aspectos administrativos e financeiros

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.

Luan Cervantes
Engenheiro Ambiental

Eduardo Chapadeiro
Geólogo

LC/EC

Golder, Golder Associates e os símbolos GA e globo são marcas registradas da Golder Associates Corporation.

q:\2- projetos\2- estudos ambientais\2009\099 525 2007 mrn_monitoramento\2- equipe\5- editoração\relatorio semet 2 2009\rt-010_099-525-2007_00-j\rt-010_099-525-2007_00-j.docx



ANEXO P

Relatório do teste de aplicação do supressor de poeira bioaglopar para redução de poeira nas estradas entre platôs



ANEXO Q

Anotações de Responsabilidade Técnica - ART

Na Golder Associates, oferecemos aos nossos clientes a oportunidade de trabalhar com empresas locais que se esforçam para ser o mais respeitado grupo global especializado em engenharia da terra e ciências ambientais. Sendo uma empresa de controle acionário dos próprios colaboradores desde a nossa formação em 1960, criamos uma cultura única de comprometimento, o que nos levou a uma estabilidade organizacional de longo prazo. Como resultado, nossos clientes contam com profissionais que se dedicam a entender suas necessidades e os ambientes específicos nos quais operam. Continuamos expandindo nossas capacitações técnicas e vimos apresentando um crescimento constante da equipe que hoje opera em escritórios localizados na África, América do Norte, América do Sul, Ásia, Europa e Oceania.

África	+ 27 11 254 4800
América do Norte	+ 1 800 275 3281
América do Sul	+ 55 21 3095 9500
Ásia	+ 852 2562 3658
Europa	+ 356 21 42 30 20
Oceania	+ 61 3 8862 3500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.
Rua Buenos Aires 68 - 33º andar
Centro
Rio de Janeiro - RJ
CEP: 20.070-020
Brasil
T: +55 (21) 3095 9500

