

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3.1 MEIO FÍSICO

3.1.1 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

3.1.1.1 Introdução

Os principais centros de pressão que atuam sobre a região litorânea do Espírito Santo, onde estão situadas as instalações da Samarco em Ponta Ubu, no município de Anchieta, são o anticiclone semifixo do Atlântico Sul e o anticiclone polar móvel.

O anticiclone semifixo do Atlântico Sul é responsável pelas condições de bom tempo (insolação, altas temperaturas e ventos alísios do quadrante Este) que ocorrem na Costa Leste do Brasil.

O anticiclone polar móvel é o centro de pressão responsável pelas intrusões das frentes frias, provenientes do extremo sul do continente (nebulosidade, baixas temperaturas e ventos do quadrante sul). Estas frentes frias, que na primavera e no verão raramente atingem o litoral capixaba podem, durante o inverno, ultrapassar o Estado do Espírito Santo e atingir o litoral nordeste brasileiro.

A frentes polares muitas vezes não conseguem chegar até o Estado do Espírito Santo pois estacionam no Sul do Brasil, se dirigindo para o mar. Algumas vezes, o movimento da massa fria para o mar permite a penetração da massa quente, precedida por uma frente quente que se move para o sul, determinando o mau tempo persistente. A formação de frentes quentes, muito comuns no verão, é responsável pelas maiores precipitações pluviométricas neste período.

A estação meteorológica apresentando registros de longo período de tempo localizada mais próxima do local do empreendimento situa-se na Ilha de Santa Maria, em Vitória, latitude 20°19' e longitude 40°20'. O pluviômetro localizado mais próximo da área de estudo se situa na cidade de Guarapari. A Estação Meteorológica situada em Ubu, município de Anchieta, ao sul de Guarapari, possui registro muito mais curto que o apresentado pela Estação de Vitória, apresentando falhas nas séries de registros.

A Estação da Ilha de Santa Maria, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia, está instalada a menos de 60 quilômetros do Contorno de Guarapari e apresenta mais de 60 anos de registros confiáveis. Por estes motivos e pelos fatos de que tanto a área de estudo como a referida Estação se localizam próximas ao mar os registros desta foram utilizados como base para grande parte da análise de parâmetros meteorológicos desenvolvida no presente estudo.

A Tabela 3.1.1.1-1 mostra as normais climatológicas anuais para dois períodos de 30 anos (1931/1960 e 1961/1990), para a Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria em Vitória - ES.

Tabela 3.1.1.1-1: Normais Climatológicas Anuais - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria em Vitória - ES.

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	PERÍODO		
	1931- 1960	1961- 1990	1931-1990
◊ Pressão Atmosférica Anual	1012,1 mb	1011,8 mb	1011,9 mb
◊ Temperatura Média Anual	23,5 °C	24,2 °C	23,9 °C
◊ Temperatura Máxima Anual	27,6 °C	28,5 °C	28,5 °C
◊ Temperatura Mínima Anual	20,6 °C	21,3 °C	20,6 °C
◊ Temperatura Máxima Absoluta	36,8 °C	39,0 °C	39,0 °C
◊ Temperatura Mínima Absoluta	13,2 °C	14,2 °C	13,2 °C
◊ Precipitação Média Anual	1280,5 mm	1275,7 mm	1278,1 mm
◊ Precipitação Máxima 24 horas	148 mm	196,9 mm	196,9 mm
◊ Umidade Relativa	79%	77%	78%
◊ Insolação Anual	2380 h	2380 h	2380 h
◊ Nebulosidade	6,0	5,0	5,5

3.1.1.2 Classificação Climática e Temperatura na Micro-região de Anchieta

A micro-região de Anchieta possui clima do tipo Aw, quente e úmido, caracterizado geralmente por uma curta e pouco sensível estação seca no inverno.

Durante a maior parte do ano, os ventos predominantes são nordeste, provenientes do Oceano Atlântico devido às massas aquecidas Tropical Atlântica e Equatorial Atlântica.

No inverno ocorre com frequência o vento sudoeste, devido à Massa Polar Antártida.

A temperatura média anual se situa entre 23 e 24 °C, sendo o mês mais quente fevereiro (média de 26°C) e o mais frio julho (média de 21 °C), correspondendo a uma amplitude térmica de 5 °C.

Uma característica básica do clima da região de Ubu é sua maritimidade, devido à proximidade com o oceano Atlântico.

3.1.1.3 Precipitação Pluviométrica, Evapotranspiração e Evaporação

O ano hidrológico na região de Anchieta começa no mês de outubro, ocorrendo o semestre úmido geralmente entre este mês e março, enquanto que o semestre seco ocorre entre abril e setembro.

A Tabela 3.1.1.3-1 mostra as precipitações médias para Anchieta, para um período de 30 anos de dados registrados em estação operada pela INCAPER.

Tabela 3.1.1.3-1: Precipitações Médias Mensais e Anuais para um período de 30 anos - Estação de Anchieta.

PRECIPITAÇÃO (mm)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
90	63	117	99	98	70	74	46	70	126	165	174	1191

A Figura 3.1.1.3-1 mostra a precipitação pluviométrica e o número de dias com chuva para o Posto Pluviométrico localizado em Anchieta.

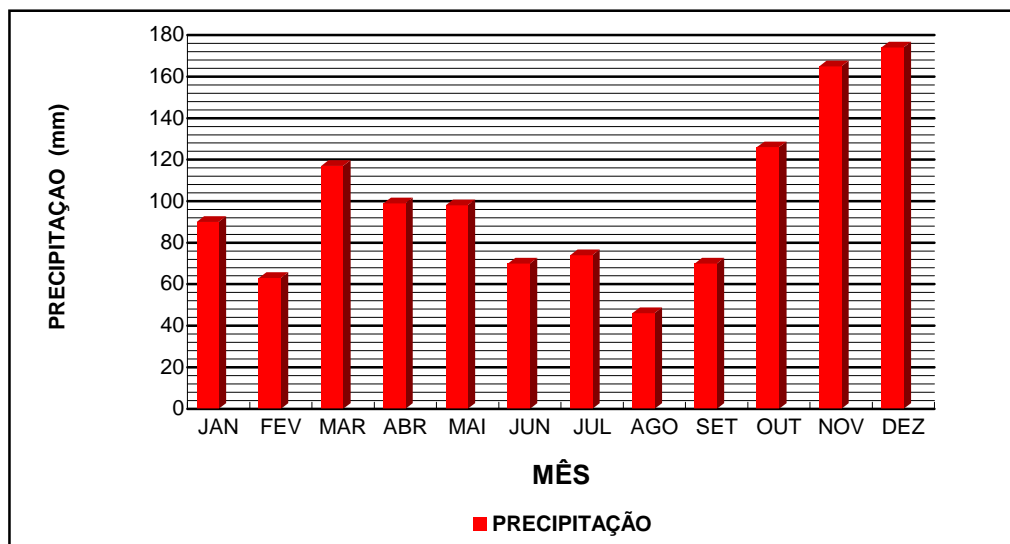


Figura 3.1.1.3-1: Precipitação pluviométrica registrada em Anchieta.

A precipitação pluviométrica anual média registrada pelo pluviômetro localizado em Anchieta, no período, foi pouco inferior a 1.200 mm. Os meses de novembro e dezembro apresentaram médias acima de 150 mm, enquanto o mês de agosto apresentou média abaixo de 50 mm.

A Tabela 3.1.1.3-2 mostra as precipitações médias para a cidade de Guarapari, situada a menos de 20 km ao norte de Ubu - Anchieta, também ao nível do mar.

Tabela 3.1.1.3-2: Precipitações Médias Mensais e Anuais para um período de 41 anos - Estação de Guarapari.

PRECIPITAÇÃO (mm)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
96	60	96	83	70	43	53	49	61	115	155	151	1.032

A precipitação pluviométrica anual média registrada, no período, pelo pluviômetro localizado em Guarapari, é próxima de 1.030 mm. Os meses de novembro e dezembro apresentaram médias acima de 150 mm, enquanto os meses de junho e agosto apresentaram médias inferiores a 50 mm.

A Figura 3.1.1.3-2 mostra a precipitação pluviométrica e o número de dias com chuva para o posto pluviométrico localizado em Guarapari.

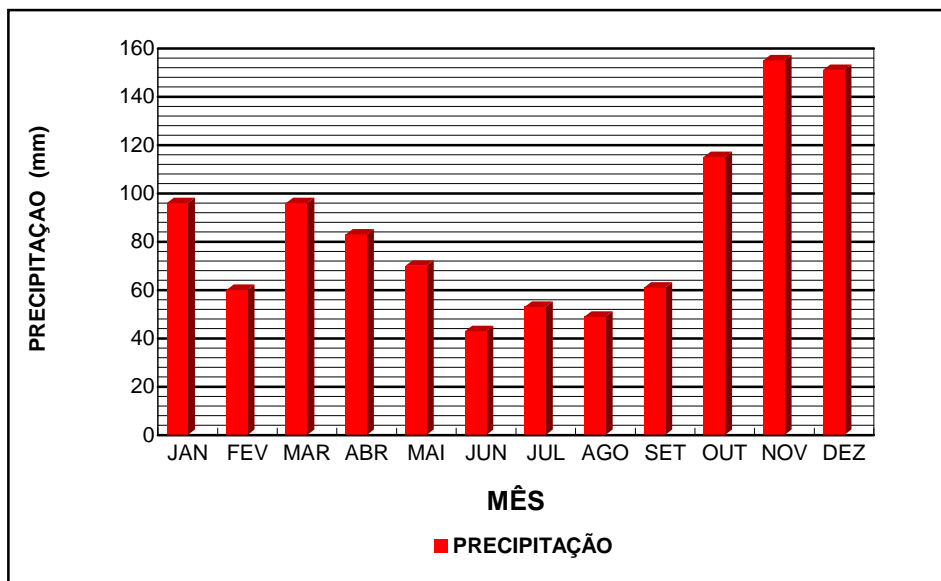


Figura 3.1.1.3-2: Precipitação pluviométrica registrada em Guarapari.

A Tabela 3.1.1.3-3 mostra os valores de Evapotranspiração Potencial estimadas pela INCAPER, pelo Método de Thornthwaite, para Guarapari.

Tabela 3.1.1.3-3: Evapotranspiração Potencial estimada – Estação de Guarapari.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
148	131	128	105	82	66	64	72	80	99	111	136	1.222

A evapotranspiração potencial anual estimada pelo método de Thornthwaite é de aproximadamente 1.220 mm. O mês de janeiro apresenta o valor máximo pouco inferior a 150 mm. Os meses de junho e julho apresentam os menores valores mensais.

A Figura 3.1.1.3-3 mostra a variação das médias mensais de precipitação e evapotranspiração potencial estimada pela INCAPER, para a Estação de Guarapari, em mm.

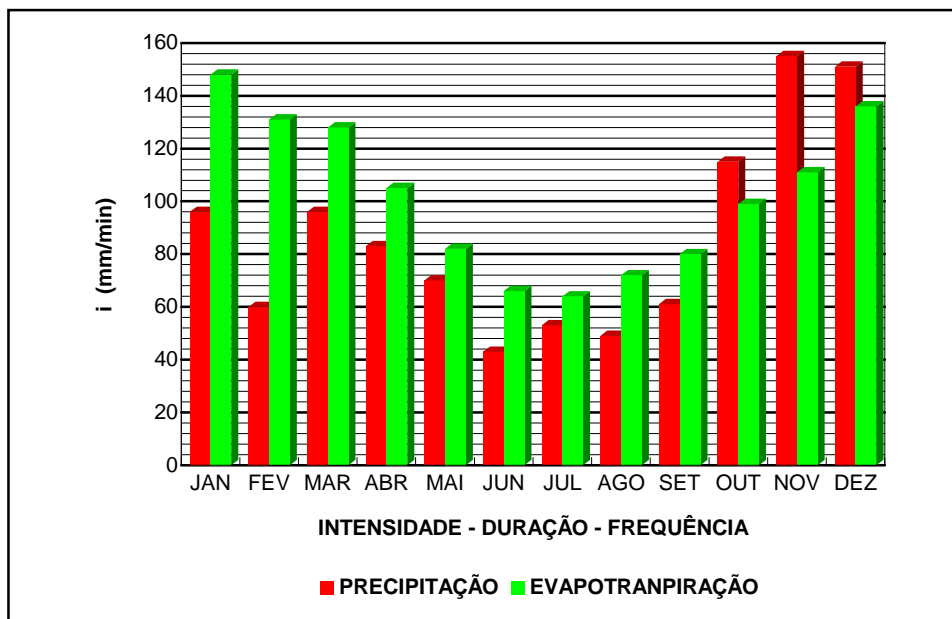


Figura 3.1.1.3-3: Precipitação e Evapotranspiração Potencial – Guarapari.

O gráfico acima mostra precipitações significativamente superiores à evapotranspiração potencial apenas nos meses de outubro, novembro e dezembro, os quais, se fosse considerado o armazenamento de água no solo, seriam os meses que poderiam apresentar balanço hídrico positivo.

Cabe observar novamente que os postos pluviométricos de Anchieta e Guarapari não tiveram seus dados submetidos à mesma análise de consistência que aqueles da Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria.

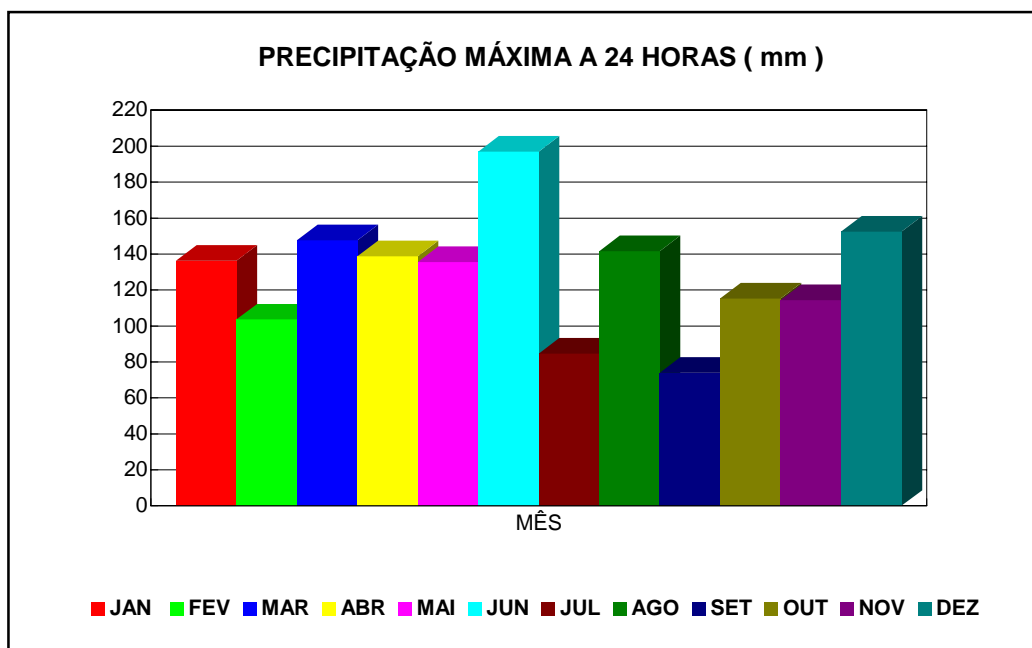
Por motivo da distância entre Vitória e Anchieta, o fato do empreendimento se situar, assim como esta estação, próxima ao mar e a maior confiabilidade e maior gama de parâmetros medidos por esta, a presente análise se fundamentará basicamente nas informações registradas na Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria.

A Tabela 3.1.1.3-4 mostra as precipitações máximas de 24 horas para a Ilha de Santa Maria correspondente ao período entre 1931 e 1990.

Tabela 3.1.1.3-4: Precipitações Máximas de 24 horas - Período 1931/1990 – Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria – Vitória.

Período	PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DE 24 HORAS (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1931/1960	136,2	100,6	147,7	138,7	86,0	70,8	47,4	73,9	73,9	110,8	114,4	129,9	147,7
1961/1990	101,1	103,6	112,0	111,1	135,5	196,9	84,7	141,6	63,3	115,2	113,3	152,4	196,9
1931/1990	136,2	103,6	147,7	138,7	135,5	196,9	84,7	141,6	73,9	115,2	114,4	152,4	196,9

A Figura 3.1.1.3-4 mostra as precipitações máximas para o período entre 1931 e 1990.



**Figura 3.1.1.3-4: Precipitações Máximas de 24 horas - Período 1931/1990
Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria – Vitória.**

Pode ser observado na Tabela 3.1.1.3-4 e na Figura 3.1.1.3-4 que a máxima precipitação de 24 horas foi 196,9 mm, tendo ocorrido em um mês de junho.

A Tabela 3.1.1.3-5 e a Figura 3.1.1.3-5 mostram que a evaporação média de longo termo para Vitória corresponde a 983,3 mm, sendo que o mês com maior média é janeiro enquanto que aquele com menor é junho.

Tabela 3.1.1.3-5: Evaporação Mensal - Período 1931/1990 – Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria – Vitória.

Período	EVAPORAÇÃO TOTAL (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1931/1960	98,0	93,4	92,6	82,7	80,2	74,7	78,6	91,6	91,2	88,1	79,6	84,3	1035,0
1961/1990	88,3	83,3	85,4	80,4	74,7	68,8	70,6	78,7	75,4	72,2	74,0	79,8	931,6
1931/1990	93,1	88,3	89,0	81,6	77,5	71,7	74,6	85,1	83,3	80,1	76,3	82,0	983,3

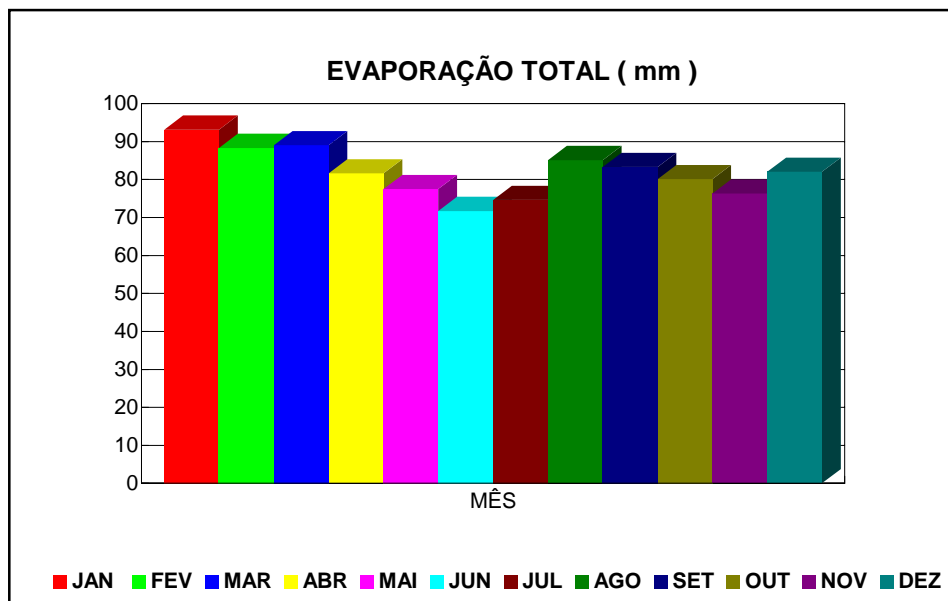


Figura 3.1.1.3-5: Evaporação Mensal - Período 1931/1990
Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria – Vitória.

3.1.1.4 Freqüência de Ventos

A Tabela 3.1.1.4-1 apresenta freqüência mensal e anual de longo prazo das direções de vento na Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria - Vitória.

Tabela 3.1.1.4-1: Freqüência das direções de vento na região - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria - Vitória.

DIREÇÃO											
Mês	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Variável ou não obs.	Calmas	Total
Janeiro	24	14	16	2	4	6	5	6	5	18	100
Fevereiro	21	11	16	2	2	4	4	6	16	18	100
Março	16	9	14	3	4	10	6	6	8	24	100
Abril	10	5	12	4	6	12	11	5	12	25	100
Mai	10	5	11	4	7	15	11	5	6	26	100
Junho	12	5	11	3	6	12	9	6	11	25	100
Julho	11	5	12	3	7	14	10	6	7	25	100
Agosto	17	8	14	3	6	11	6	7	7	21	100
Setembro	19	10	14	3	6	11	8	4	9	16	100
Outubro	17	13	14	4	7	12	9	4	7	13	100
Novembro	17	13	12	5	7	10	8	5	11	12	100
Dezembro	21	16	13	3	6	7	8	4	7	15	100
Média Anual	16,3	9,5	13,3	3,3	5,7	10,3	7,9	5,3	8,7	19,7	100,0

A Tabela 3.1.1.4-1 mostra que ventos do quadrante nordeste (norte a este) apresentam-se com maior frequência de ocorrência (39,1%), seguidos por ventos de direção sudoeste (10,3%).

3.1.1.5 Nebulosidade

A Tabela 3.1.1.5-1 e a Figura 3.1.1.5-1 mostram que a maior média de nebulosidade ocorreu no mês de novembro (7,5) enquanto que os meses de maio, junho e agosto apresentaram as menores médias (4,5).

Tabela 3.1.1.5-1: Nebulosidade - Período 1931/1990 - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria - Vitória.

Período	NEBULOSIDADE (0-10)												Anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1931/1960	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	7,0	8,0	7,0	6,0
1961/1990	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0	6,0	7,0	7,0	6,0	5,0
1931/1990	5,5	5,0	5,5	5,5	4,5	4,5	5,0	4,5	6,0	7,0	7,5	6,5	5,5

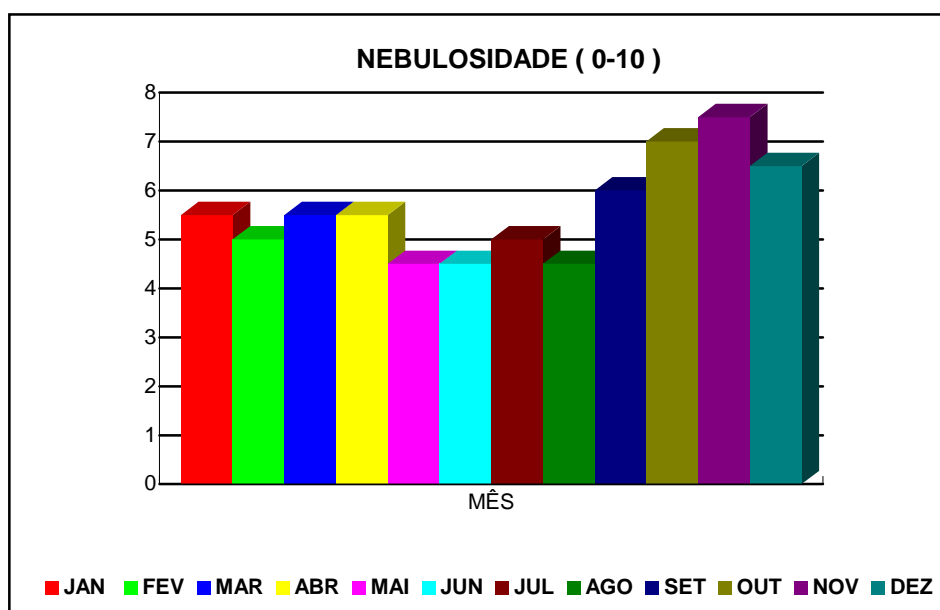


Figura 3.1.1.5-1: Nebulosidade - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria - Vitória.

A Tabela 3.1.1.5-1 e a Figura 3.1.1.5-1 mostram que a maior média de nebulosidade ocorreu no mês de novembro (7,5) enquanto que os meses de maio, junho e agosto apresentaram as menores médias (4,5).

3.1.1.6 Umidade Relativa do Ar

A Tabela 3.1.1.6-1 e a Figura 3.1.1.6-1 mostram médias mensais de umidade relativa para o período 1961/1990.

Tabela 3.1.1.6-1: Umidade Relativa - Período 1961/1990 - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria - Vitória.

Período	UMIDADE RELATIVA (%)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1961/1990	76	75	76	76	76	77	77	76	77	78	78	78	77

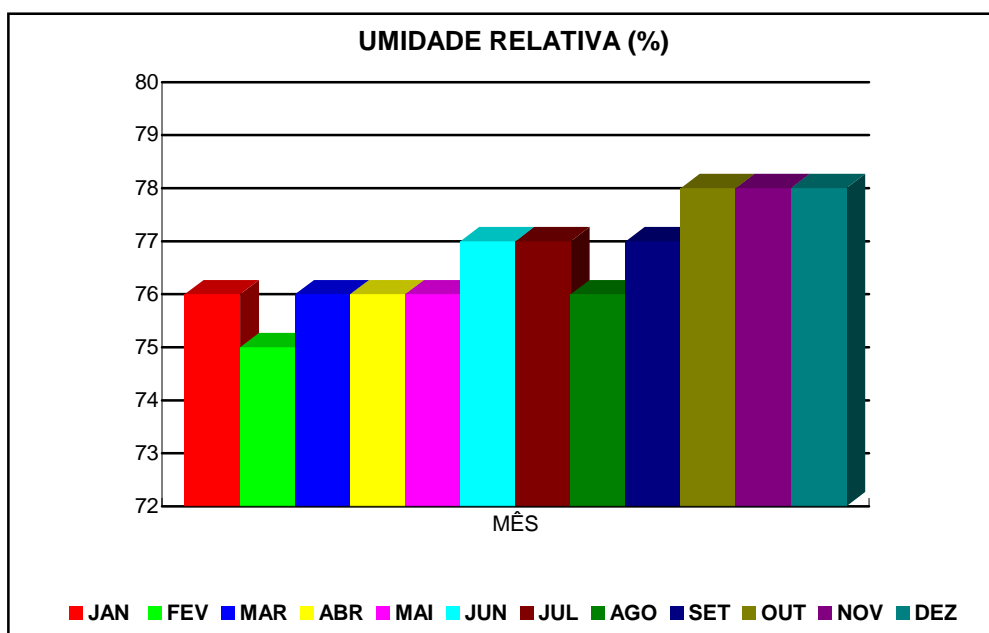


Figura 3.1.1.6-1: Umidade Relativa do Ar - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria – Vitória.

A Tabela 3.1.1.6-1 e a Figura 3.1.1.6-1 mostram que a maior média de umidade relativa ocorreu nos meses de outubro, novembro e dezembro (78) enquanto que o mês de fevereiro apresentou a menor média (75).

3.1.1.7 Insolação Total

A Tabela 3.1.1.7-1 e a Figura 3.1.1.7-1 mostram médias mensais de insolação total (horas e décimos) para o período 1961/1990.

Tabela 3.1.1.7-1: Insolação Total - Período 1961/1990

Período	INSOLAÇÃO TOTAL (horas)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1961/1990	229	213	202	193	208	190	194	186	134	139	146	174	2207

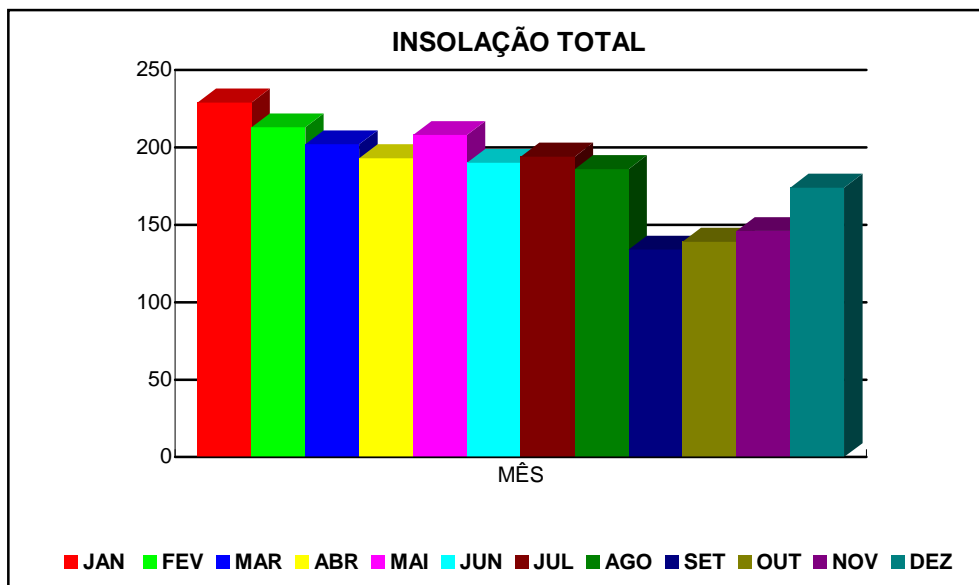


Figura 3.1.1.7-1: Insolação Total - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria – Vitória.

A Tabela 3.1.1.7-1 e a Figura 3.1.1.7-1 mostram que o maior período médio de insolação ocorreu no mês de janeiro (229 horas) enquanto que o mês de setembro apresentou a menor período médio (134 horas).

3.1.1.8 Chuvas Intensas

A Tabela 3.1.1.8-1 e a Figura 3.1.1.8-1 mostram valores de intensidade de chuva, mm/min, obtidos a partir das curvas intensidade-duração-frequência correspondente à Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria – Vitória, para diversas durações e períodos de retorno.

Tabela 3.1.1.8-1: Curva intensidade-duração-frequência (mm/min) - Estação Meteorológica da Ilha de Santa Maria - Vitória

DURAÇÃO	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)				
	5	10	20	50	100
05 min	2,431	2,690	2,941	3,268	3,516
10 min	1,990	2,213	2,432	2,720	2,941
20 min	1,520	1,704	1,889	2,137	2,330
30 min	1,261	1,424	1,590	1,816	1,995
01 hora	0,871	0,996	1,126	1,308	1,454
06 horas	0,262	0,304	0,348	0,411	0,463
12 horas	0,156	0,181	0,207	0,245	0,276
24 horas	0,092	0,106	0,121	0,143	0,160

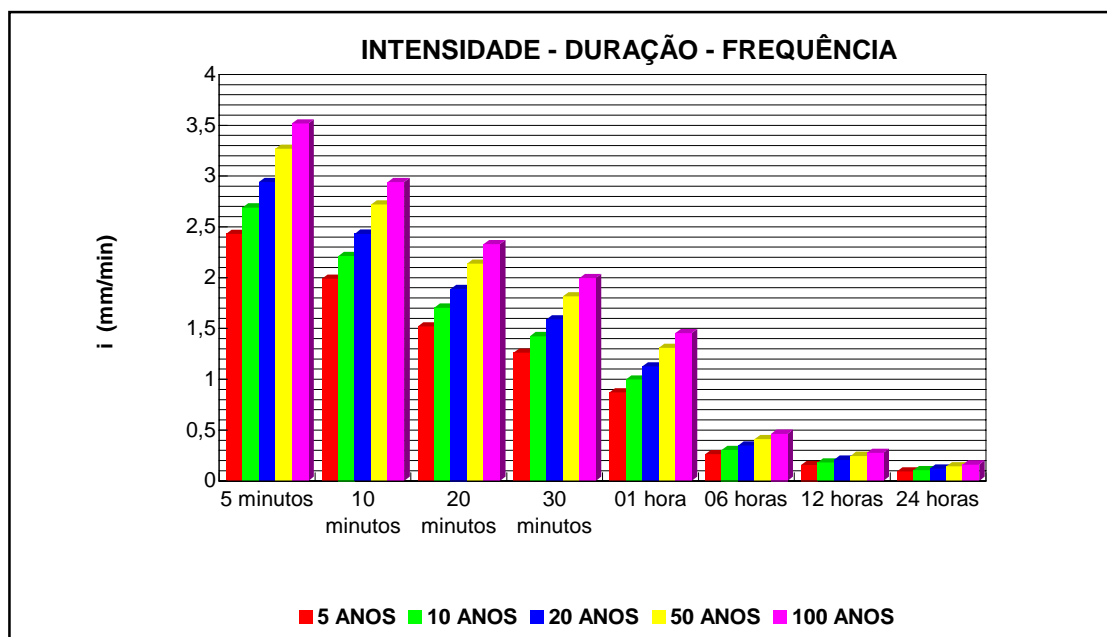


Figura 3.1.1.8-1: Intensidades de precipitação pluviométrica para diversas durações e períodos de retorno.

Curvas intensidade-duração-frequência servem como indicativas das chuvas intensas que podem ocorrer em determinada região. Estas chuvas são geralmente responsáveis por problemas de drenagem, erosão e lixiviação de materiais.

Comparando-se com outros postos pluviométricos brasileiros, os dados mostrados na Tabela 3.1.1.8-1 e na Figura 3.1.1.8-1 são intermediários, não se situando entre os maiores registrados.

3.1.2 QUALIDADE DO AR

3.1.2.1 Qualidade do Ar na Possível Região de Influência Direta

A rede de monitoramento da qualidade do ar na região da Samarco Mineração em Ponta Ubu é composta por quatro estações de operação manual. Na estação Meaípe são monitorados PTS e SO₂, na estação Maimbá são monitorados PTS, PM10 e SO₂ e em Anchieta e Ubu/Parati, são monitorados PTS e SO₂.

Os dados de PTS e PM10 utilizados para as comparações do presente estudo referem-se aos anos de 2001 a 2004 e os dados de SO₂ de 1998 a 2004.

As comparações são feitas com base na legislação brasileira pertinente (Resolução CONAMA 03 de 28 de junho de 1990) que estabelece padrões primários e secundários de qualidade do ar.

◆ MATERIAL PARTICULADO

As médias das concentrações de partículas totais em suspensão e de partículas com diâmetros aerodinâmicos equivalentes menores que 10 micrômetros, medidas de 2001 até 2004 em base diária são mostradas na Tabela 3.1.2.1-1. As medições foram realizadas com amostradores de grandes volumes.

Tabela 3.1.2.1-1: Concentrações de material particulado na possível área de influência direta.

ESTAÇÃO	PTS		PM10	
	Média	IC($\alpha = 0,05$)	Média	IC($\alpha = 0,05$)
Maimbá	106	$\pm 17,5$	21	$\pm 2,5$
Aldeia de Ubu	97	$\pm 15,2$	-	-
Anchieta	56	$\pm 8,3$	-	-
Meaípe	47	$\pm 4,6$	-	-

As médias geométricas de PTS no período maio de 2003 a maio de 2004 em Maimbá e Ubu são, respectivamente, $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a primeira superior ao padrão primário estabelecido pela legislação ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a segunda levemente inferior.

Pode ser observado que as concentrações de PTS em Maimbá e Aldeia de Ubu são as mais elevadas da região e que em Maimbá, local da maior concentração média de PTS, verifica-se baixa concentração de PM10, inferior à metade do estabelecido pela Legislação Brasileira ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Análises químicas realizadas por PIXE (Proton/particle X-Ray Emissions) e TOT (Thermo Optical Transmittance) indicam, conforme mostrado na Figura 3.1.2.1-1, que os componentes principais das amostras de PTS em Ubu são Cloro, Carbono Orgânico, Cálcio, Carbono Elementar, Enxofre, Alumínio e Cobre. Na Figura 3.1.2.1-2 são mostradas as concentrações de Ferro nas cinco amostras analisadas. Foram utilizados filtros de quartzo.

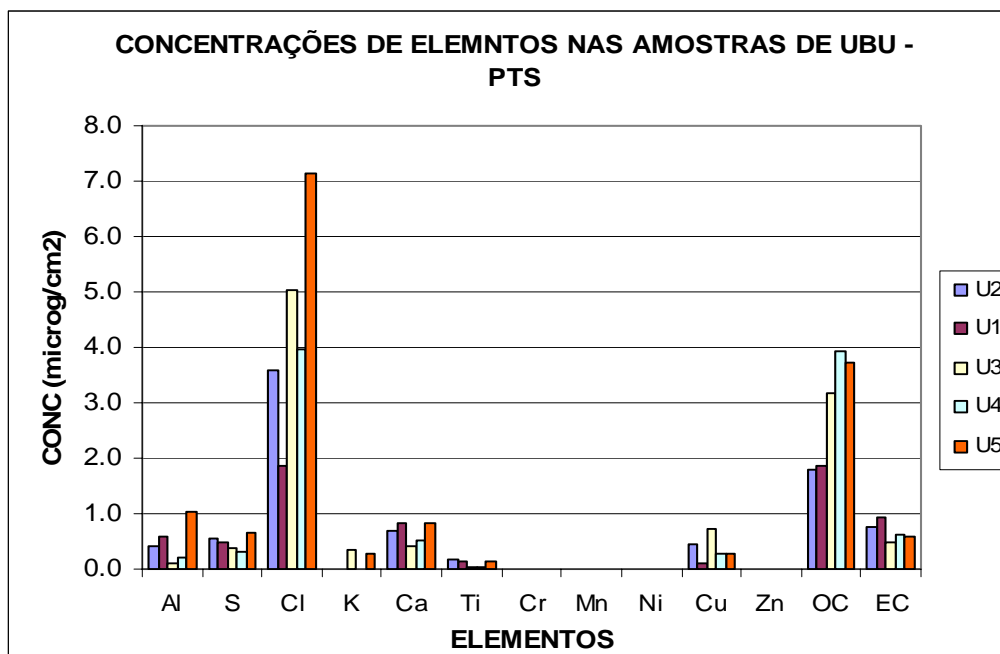


Figura 3.1.2.1-1: Composição química das amostras de PTS de Ubu. Concentrações em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ do filtro coletor.

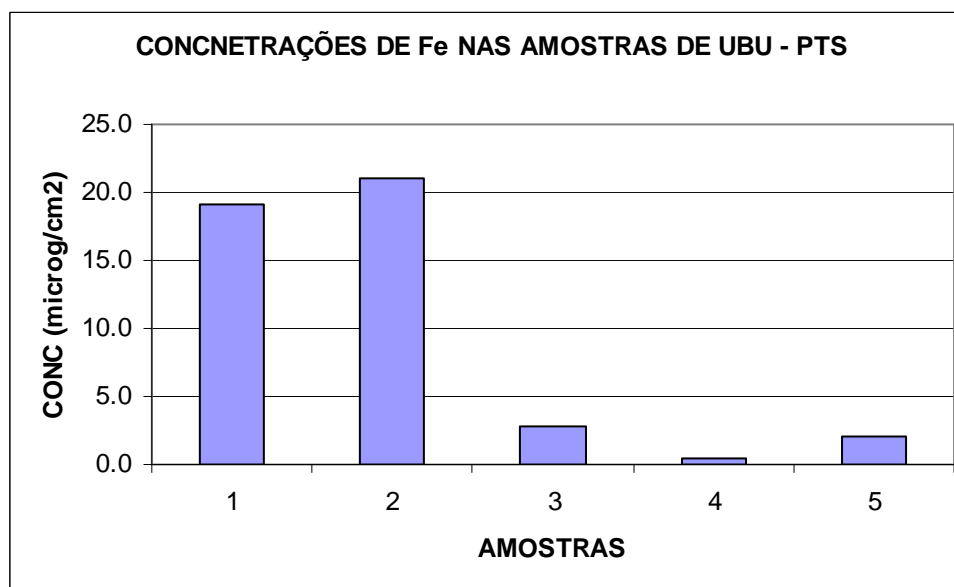


Figura 3.1.2.1-2: Concentrações de Ferro nas amostras de PTS de Ubu em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ do filtro coletor.

Nas Figuras 3.1.2.1-3 e 3.1.2.1-4 são mostradas as concentrações dos elementos químicos nas amostras de PM10 de Maimbá.

Destacam-se, além do Ferro, os elementos Carbono Orgânico, Cloro, Carbono Elementar e Enxofre.

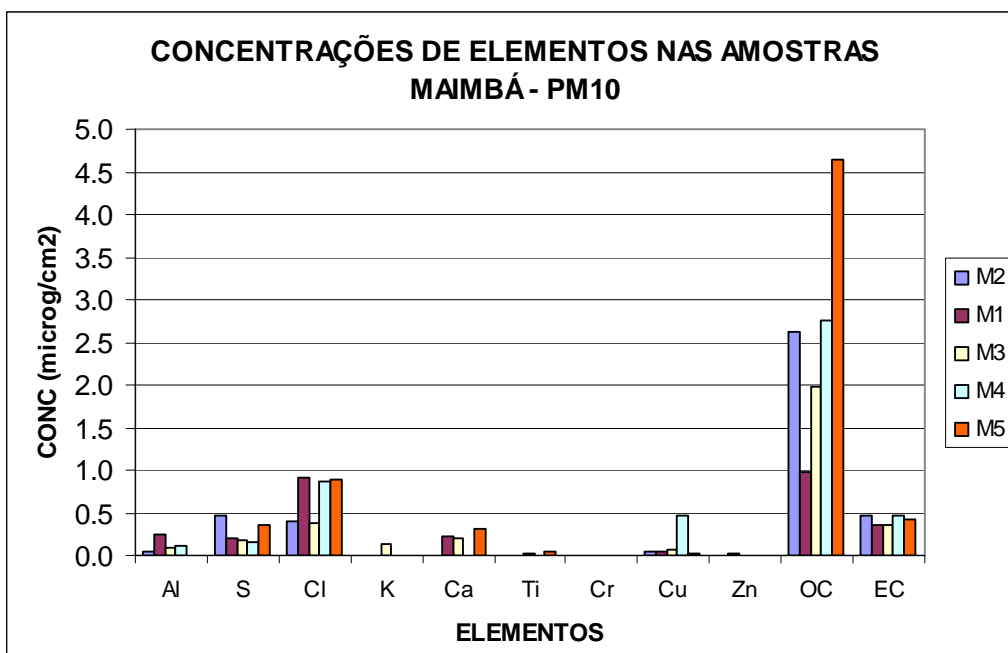


Figura 3.1.2.1-3: Composição química das amostras de PM10 de Ubu. Concentrações em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ do filtro coletor.

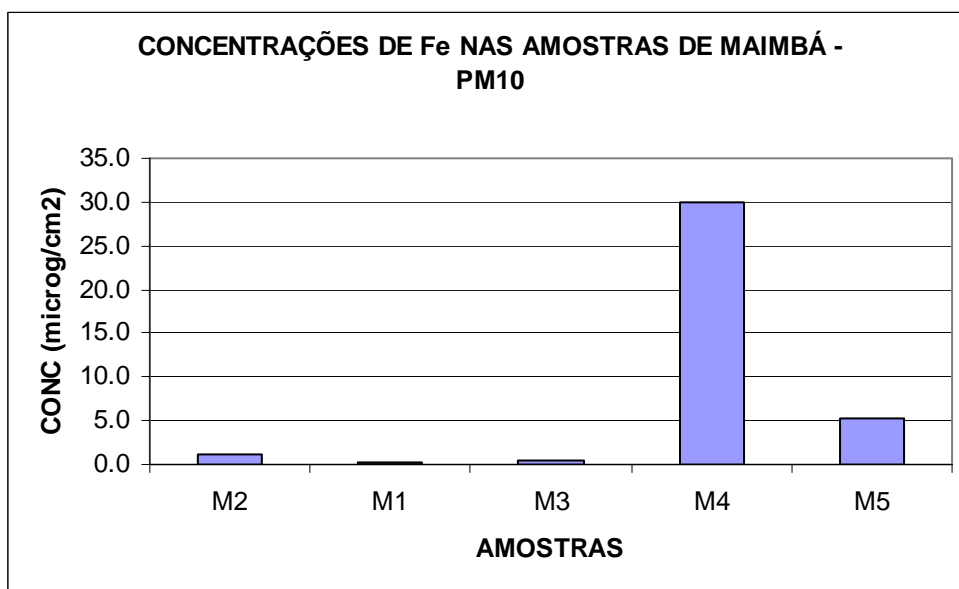


Figura 3.1.2.1-4: Concentrações de Ferro nas amostras de PM10 de Ubu em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ do filtro coletor.

Quando analisadas por Modelos Receptores de Balanço de Massa, as amostras de PTS de Ubu mostram as contribuições constantes da Tabela 3.1.2.1-2.

Tabela 3.1.2.1-2: Participação percentual das fontes nos filtros de PTS de UBU.

	AMOSTRAS DE PTS				
	Ubu 1	Ubu 2	Ubu 3	Ubu 4	Ubu 5
QUEIMADAS	5		2	1	
MAR	4	10	11	14	16
SOLOS	41	38	38	28	31
PELOTAS	26	28	24	29	26
FORNOS	15	16	13	12	15
US CARVÃO	8	6	7	10	8
OC		2	3	4	3
EC	1		2	2	1
χ^2	0.3	0.0	0.1	0.2	0.1
R^2	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9

OBS :

Valores aceitáveis de χ^2 são menores que 2,0.

Valores aceitáveis de R^2 são maiores que 0,85.

Pode ser observada a contribuição das fontes da Samarco para as concentrações de PTS na Figura 3.1.2.1-5. A fonte pelotas, oriunda de operações de formação e recuperação de pilhas e de carregamento de navios, contribui, em média, com 26% da concentração do material em suspensão encontrado em Ubu; os fornos com 13 % e a usina de carvão com 8 %. Portanto, do total de 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PTS, em média mensurados em Ubu, 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seriam correspondentes às emissões da Samarco.

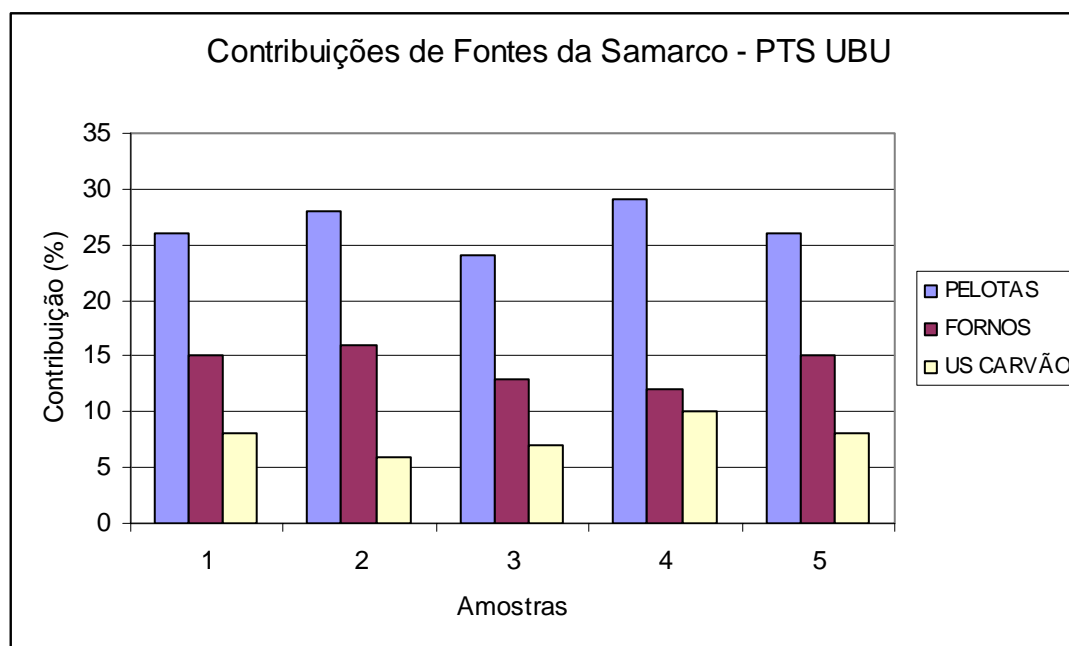


Figura 3.1.2.1-5: Contribuições médias das fontes da Samarco para PTS coletado em Ubu.

A modelagem receptora nas amostras de PM10 indicaram as contribuições mostradas na Tabela 3.1.2.1-3.

Tabela 3.1.2.1-3: Participação percentual das fontes nos filtros de PM10 de Maembá.

	AMOSTRAS DE PM10				
	Maemba1	Maemba2	Maemba3	Maemba4	Maemba5
QUEIMADAS	32	65	48	34	30
MAR	32		13	24	24
SOLOS	20	18	24	25	32
FORNOS	16	12	10	15	9
US CARVÃO		5	2	1	2
OC			3	1	3
χ^2	0.0	1.6	1.2	1.8	0.6
R ²	1.0	0.96	0.9	0.9	0.9

Obs.: Valores aceitáveis de χ^2 são menores que 2,0. Valores aceitáveis de R² são maiores que 0,85.

(*) – Concentração atípicamente alta e o filtro mostra grande quantidade de Bário, impureza encontrada em filtros de fibra de vidro.

Na Figura 3.1.2.1-6 pode ser observada a contribuição das fontes da Samarco para as concentrações de PM10. A fonte fornos contribui, em média, com 12,4% da concentração do material inalável encontrado em Maimbá, e a usina de carvão com 2,5 %. Portanto, do total de 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10, em média mensurados em Maimbá, 3,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seriam correspondentes às emissões da Samarco.

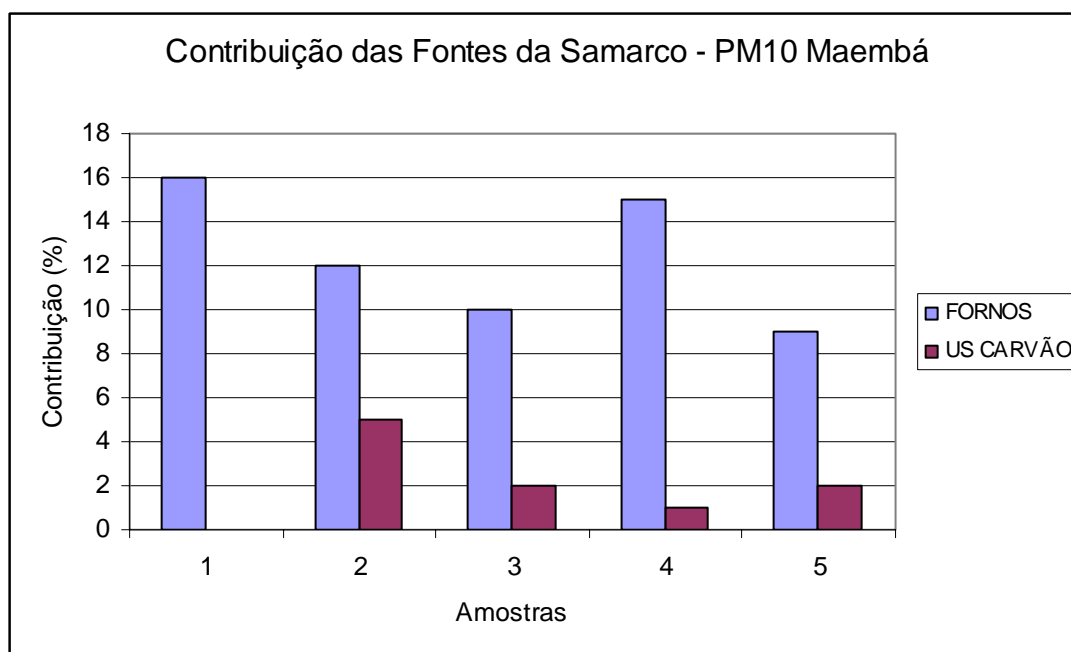


Figura 3.1.2.1-6: Contribuições médias das fontes da Samarco para PM10 coletado em Maembá.

Quanto às amostras de partículas sedimentáveis, analisadas em Ubu e Maimbá a composição química é a mostradas nas Figuras 3.1.2.1-7 e 3.1.2.1-8, excetuando-se o Ferro, que é componente majoritário. Devido à grande participação de Alumínio, Silício e Cálcio pode ser assegurado que a participação de solos é a segunda mais importante fonte de poeira sedimentável da região.

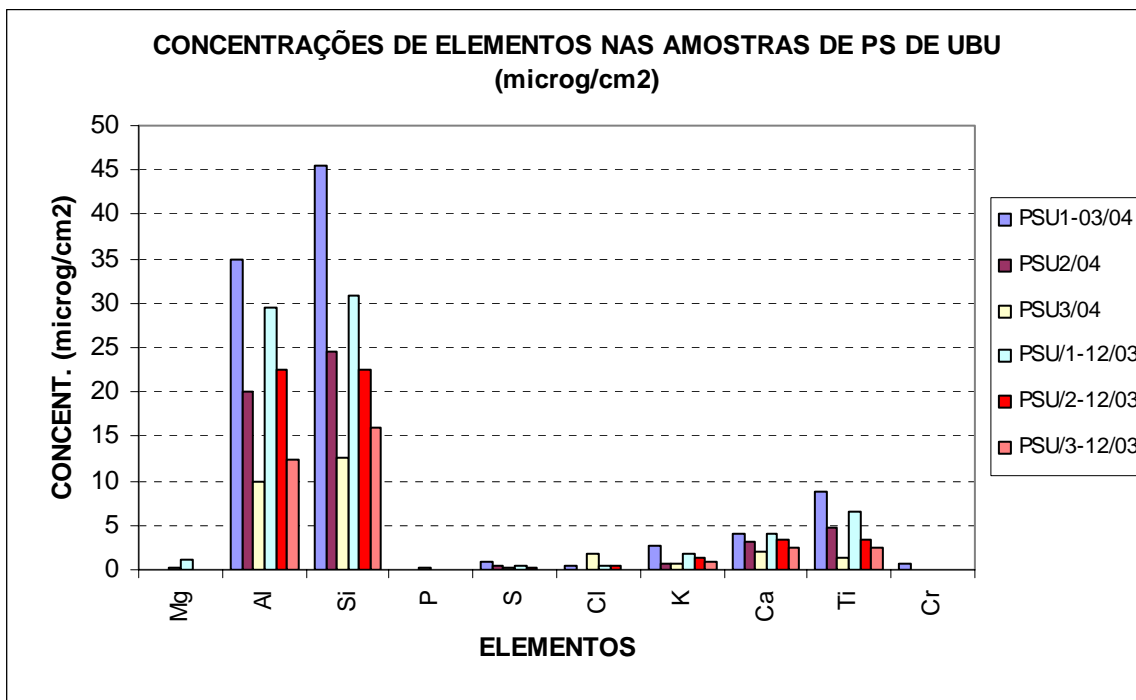


Figura 3.1.2.1-7: Composição química das amostras de poeira sedimentável de Ubu, excetuando-se Ferro. Concentrações em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ do filtro coletor.

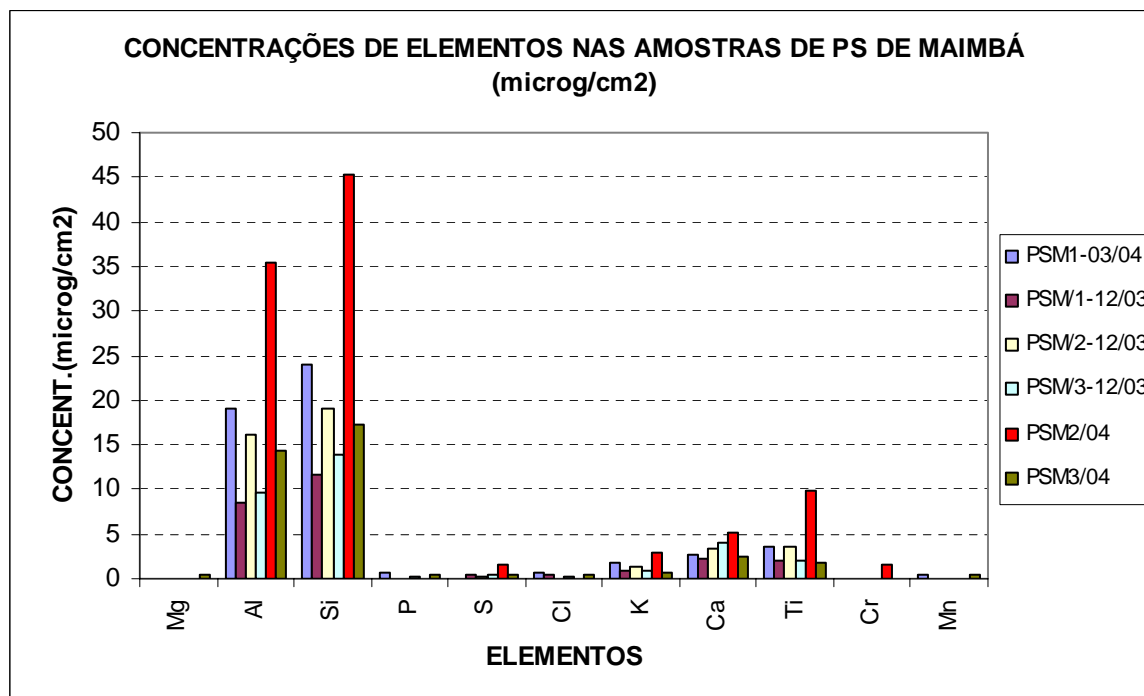


Figura 3.1.2.1-8: Composição química das amostras de poeira sedimentável de Maimbá, excetuando-se Ferro. Concentrações em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ do filtro coletor.

Pela importância para a saúde humana e pelo fato de existir apenas uma estação para sua mensuração, as concentrações de PM10 serão objeto de simulação de dispersão para a configuração da área de abrangência das emissões da Samarco, tanto na situação atual quanto na situação proposta com a Terceira Pelotização.

As concentrações de PTS são bem representadas pelas estações atuais, devendo ser observado, no entanto, que a participação da Samarco, conforme calculada por modelagem receptora, para a situação de limite superior (estação Ubu) não representa violação aos limites da legislação brasileira. Devido às importantes influências de outras fontes o uso de PTS como indicador de qualidade do ar na região é de representatividade discutível.

♦ **DIÓXIDO DE ENXOFRE**

O dióxido de enxofre também é medido na região e os resultados das amostragens realizadas de janeiro de 1998 a julho de 2004 estão mostrados na Tabela 3.1.2.1-4.

Tabela 3.1.2.1-4: Concentrações de dióxido de enxofre na possível área de influência direta.

ESTAÇÃO	SO ₂	
	Média	IC($\alpha = 0,05$)
Maimbá	33,5	± 5,3
Aldeia de Ubu	23,5	± 1,4
Anchieta	31,8	± 2,0
Meaípe	16,3	± 1,6

As concentrações de SO₂ são bastante inferiores ao padrão primário brasileiro que é 80 µg/m³ como média anual.

♦ **DEMAIS POLUENTES CLÁSSICOS**

Os demais poluentes clássicos regulamentados no Brasil, monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio não são amostrados na região. Por inferência, a partir da situação da Região Metropolitana de Vitória, onde são monitoradas concentrações que devem ser superiores às encontradas na região de possível influência direta da Samarco, a qualidade do ar não estaria sendo comprometida por esses gases.

As garantias básicas da inferência estão na capacidade dispersiva similar, devido à pequena distância entre as regiões, e à presença, em Vitória, de instalações industriais com queima de combustível com grande excesso de ar e vazões próximas às do processo da Samarco.

Conforme mostrado nas Tabelas 3.1.2.1-5 e 3.1.2.1-6 as concentrações em Vitória de NO_x e CO encontram-se bastante abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira.

Observa-se ainda que a influência de tráfego urbano, não presente na região de Ubu, é responsável por parcela não inferior a 30% das concentrações de NO_x, como pode ser inferido pelas diferenças de concentrações entre dias de semana e fins de semana.

Tabela 3.1.2.1-5: Análise descritiva de concentração de Óxidos de Nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), no período de 01/01/2001 a 29/02/2004, segundo estação de monitoramento da Grande Vitória.

Estação	Semana				Fim de semana			
	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx
Laranjeiras	33,8	22,3	2,2	245,0	26,0	16,6	2,4	177,0
Carapina	-	-	-	-	-	-	-	-
Jardim Camburi	49,3	33,5	0,0	311,2	37,0	22,5	0,0	278,5
Enseada	53,5	40,3	0,0	311,8	40,1	29,6	0,0	228,5
Ibes	31,2	26,9	0,0	331,4	25,8	22,2	0,0	191,2
Vila Velha	-	-	-	-	-	-	-	-
Cariacica	51,6	45,0	0,0	551,7	35,7	33,4	0,7	461,2

Tabela 3.1.2.1-6: Análise descritiva de concentração de Monóxido de Carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), no período de 01/01/2001 a 29/02/2004, segundo estação de monitoramento da Grande Vitória.

Estação	Semana				Fim de semana			
	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx
Laranjeiras	433,7	249,8	80,8	3471,9	410,5	232,4	94,2	4042,4
Carapina	-	-	-	-	-	-	-	-
Jardim Camburi	-	-	-	-	-	-	-	-
Enseada	667,3	471,1	0,0	8649,4	596,6	468,0	11,6	9036,7
Ibes	509,5	349,9	54,5	4290,2	469,1	322,1	74,7	5296,2
Vila Velha	-	-	-	-	-	-	-	-
Cariacica	414,3	304,1	0,0	3326,4	336,2	235,0	4,9	2603,6

- DIAGNÓSTICO DE CONCENTRAÇÕES DE PTS E PM10 ESPACIALMENTE DISTRIBUÍDAS

Para uma avaliação mais detalhada da abrangência espacial das influências das emissões da planta atual da Samarco em Ubu as concentrações de PTS e PM10 no nível do solo foram modeladas com a ferramenta AERMOD. Procedeu-se a um inventário completo das fontes de material particulado, sendo adotado o fator geral de 63% para as emissões de PM10.

As fontes utilizadas na modelagem estão mostradas nas Tabelas 1.5.2.2-1 a 1.5.2.2-4 apresentadas no item 1.5 – Emissões Atmosféricas do Capítulo 1 – Caracterização do Empreendimento. Fontes de menores emissões foram agrupadas em *grids* geometricamente dispostos na área industrial e de manuseio.

Os dados micrometeorológicos necessários à modelagem (velocidade dos ventos, direções, radiação solar incidente, umidade relativa do ar e temperatura do ar) foram os dos anos 2002 a 2004, que, pré-processados, geraram as condições de dispersão introduzidas no simulador. Os resultados médios do período estão mostrados nas Figuras 3.1.2.1-9, 3.1.2.1-10, 3.1.2.1-11 e 3.1.2.1-12.

As concentrações de PTS são de grandeza acima de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em duas regiões que envolvem a planta propriamente dita e as instalações portuárias. Fora dessas regiões as concentrações tendem a reproduzir a participação esperada pela aplicação de modelos receptores sobre amostras analisadas quimicamente, ou seja, as contribuições das operações da Samarco não se mostram próximas aos limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira.

No caso de PM10 as concentrações acima de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ também são restritas às duas regiões que envolvem a planta propriamente dita e as instalações portuárias. Por influência maior dos lançamentos das chaminés, uma extensão de concentrações em torno de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se mostra na direção sudoeste, atingindo cerca de 5 Km.

Observa-se que a ordem máxima esperada de concentrações médias de PM10 fora da área industrial é de até $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ corroborando as medições realizadas em Maimbá, seguidas de explicação por modelagem receptora.

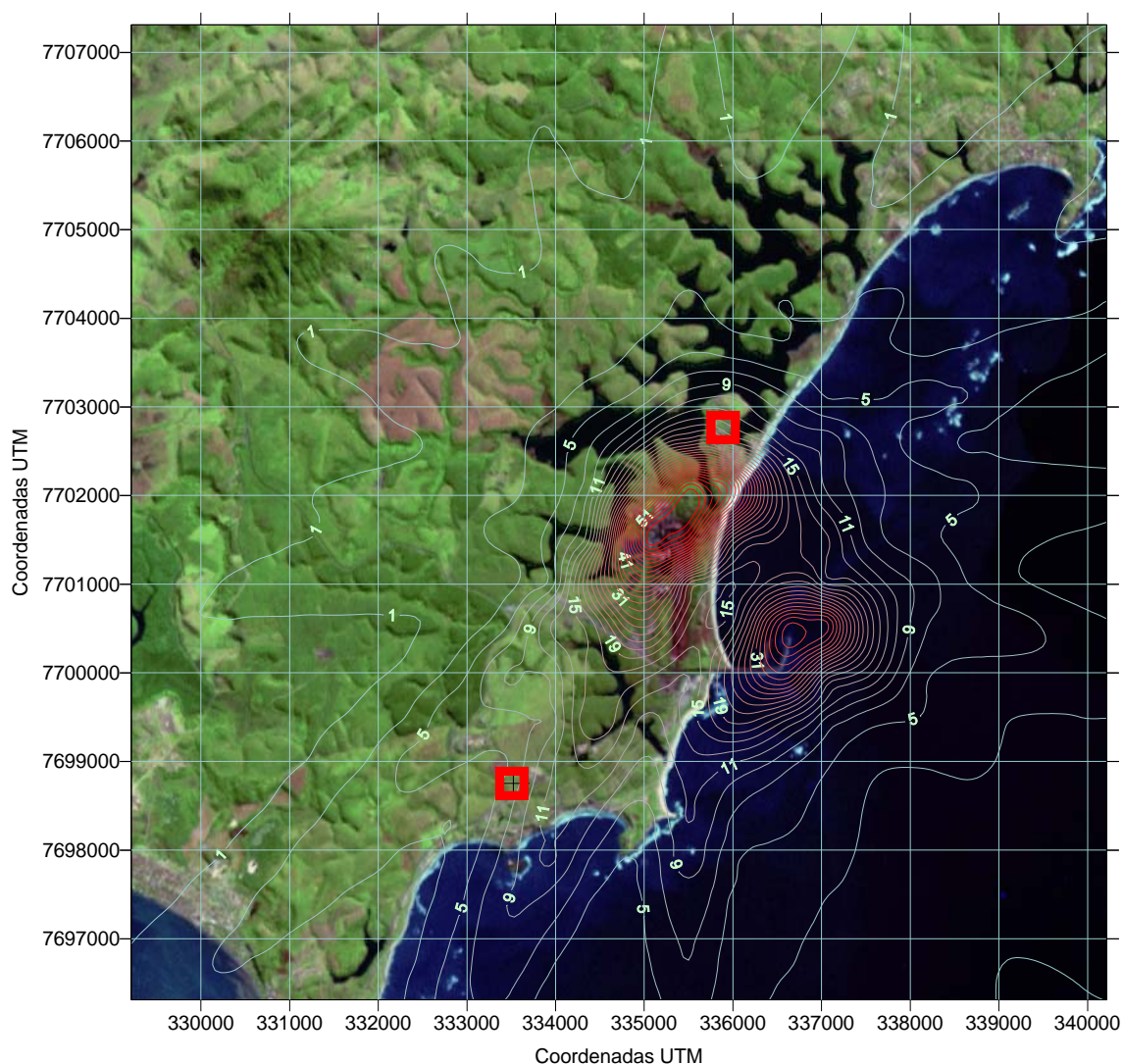


Figura 3.1.2.1-9: Isolinhas de concentrações médias de PTS, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, no período 2002-2004, na possível área de influência direta da Samarco. Os quadrados vermelhos indicam as estações de Ubu e Maimbá.

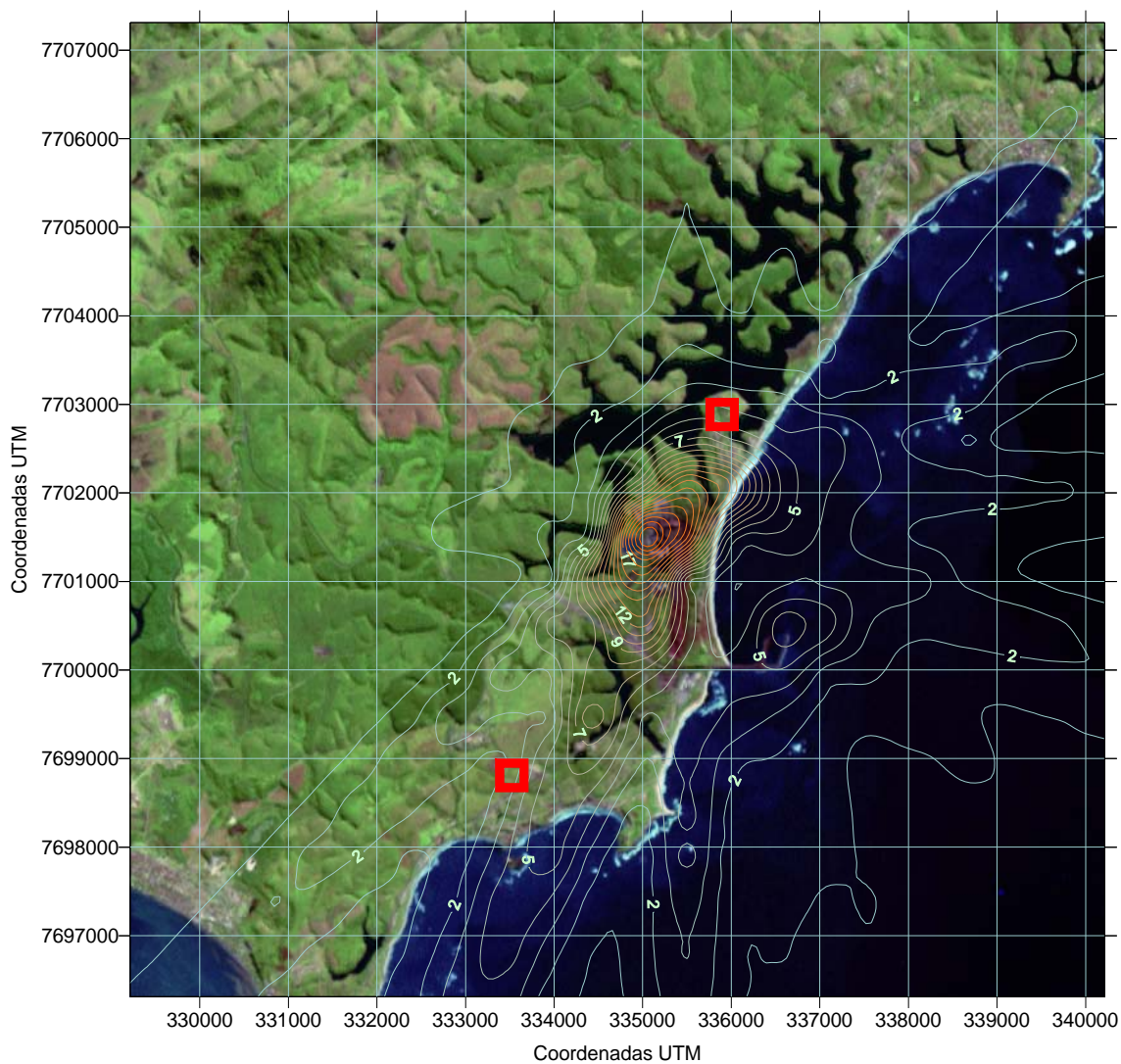


Figura 3.1.2.1-10: Isolinhas de concentrações médias de PM10, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, no período 2002-2004, na possível área de influência direta da Samarco. Os quadrados vermelhos indicam as estações de Ubu e Maimbá.

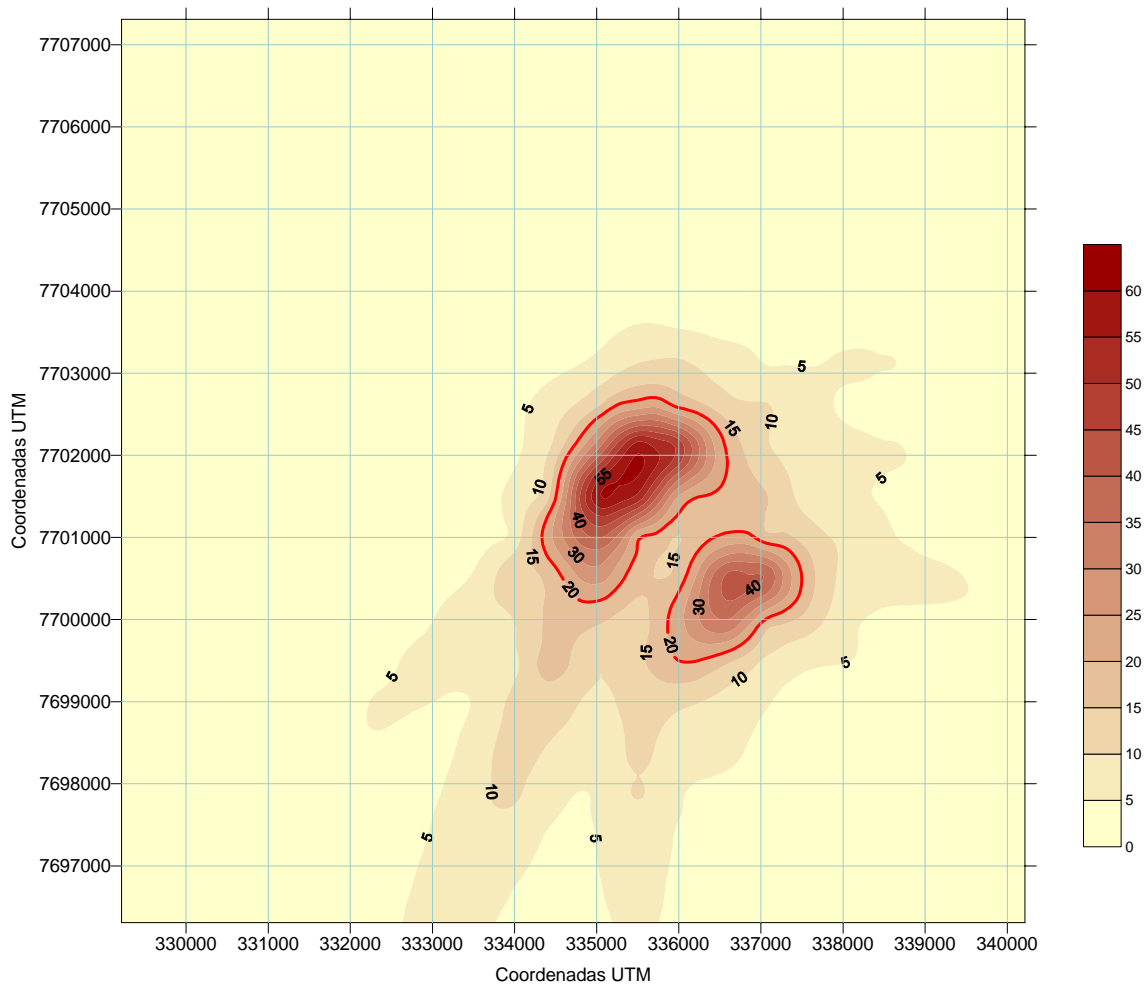


Figura 3.1.2.1-11: Mapa de concentrações médias de PTS, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, no período 2002-2004, na possível área de influência direta da Samarco.

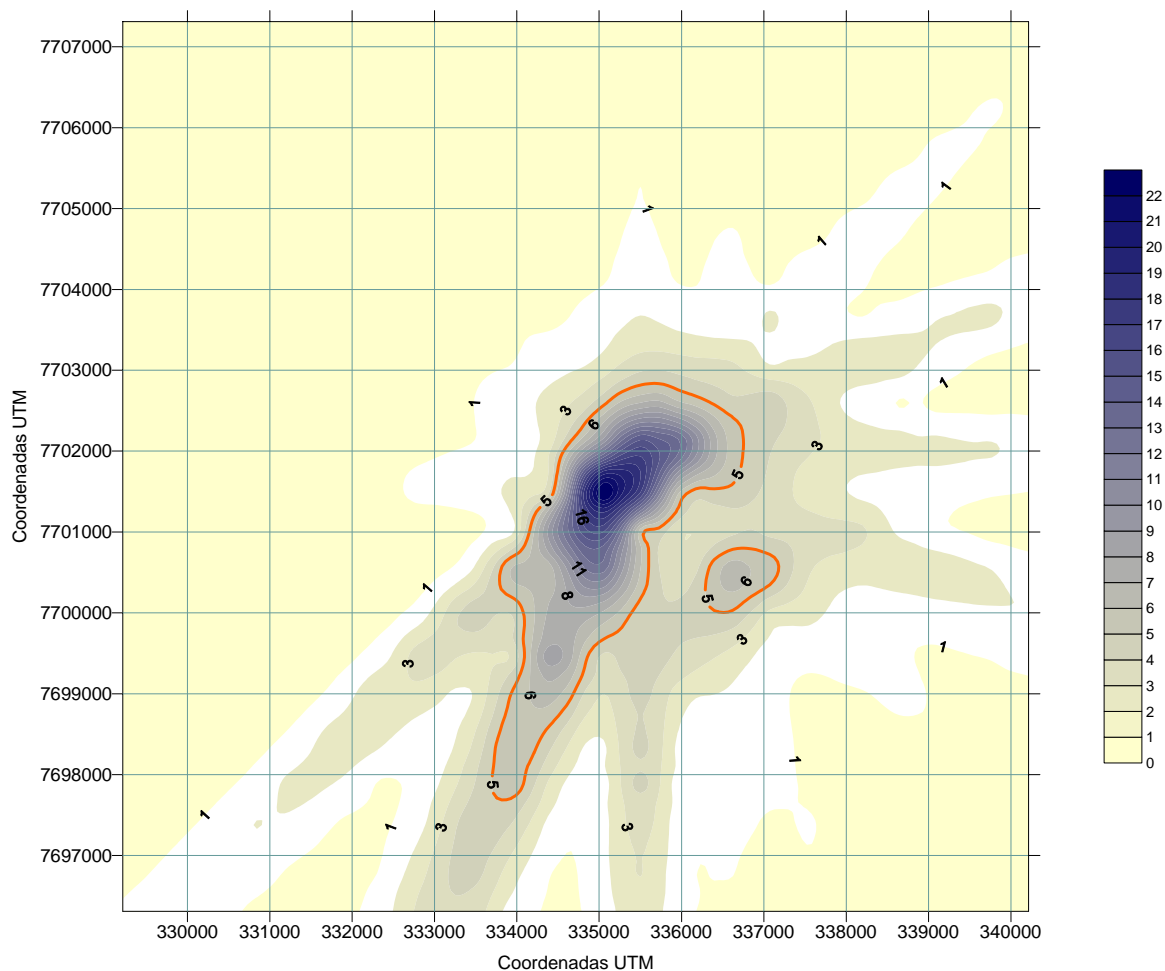


Figura 3.1.2.1-12: Mapa de concentrações médias de PM10, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, no período 2002-2004, na possível área de influência direta da Samarco.

3.1.3 RECURSOS HÍDRICOS

3.1.3.1 Recursos Hídricos Superficiais

O Complexo Industrial da Samarco na Ponta Ubu, localizado no litoral norte do Município de Anchieta, no Estado do Espírito Santo, apresenta a maioria das suas instalações industriais situadas na bacia hidrográfica da lagoa Maimbá. As demais unidades do Complexo Industrial se situam na bacia hidrográfica da lagoa Ubu ou em áreas, tais como o Porto de Ubu, que são drenadas diretamente para o mar. As áreas de drenagem das bacias hidrográficas das lagoas Maimbá e Ubu são, aproximadamente, 36,5 km² e 4,5 km², respectivamente.

A Figura 3.1.3.1-1 mostra Mapa das Bacias Hidrográficas das Lagoas Maimbá e Ubu.

As bacias hidrográficas das referidas lagoas se situam na Região 5, de acordo com divisão do território nacional proposta pelo antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). Esta região compreende as bacias do Atlântico Sul, trecho leste.

Nas bacias das lagoas Maimbá e Ubu predominam pequenos córregos, geralmente intermitentes, cujos regimes de escoamento estão diretamente associados ao regime pluviométrico da região.

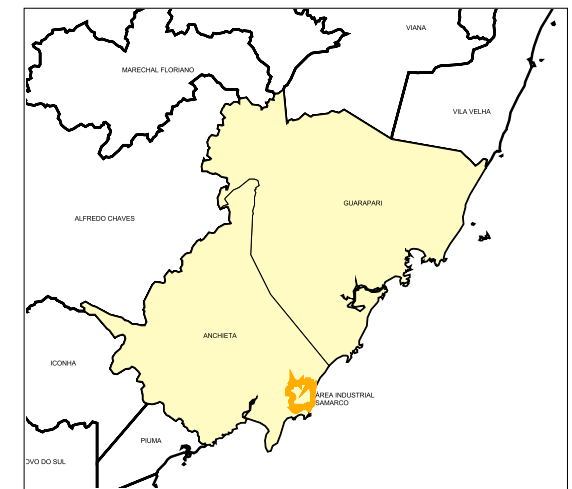
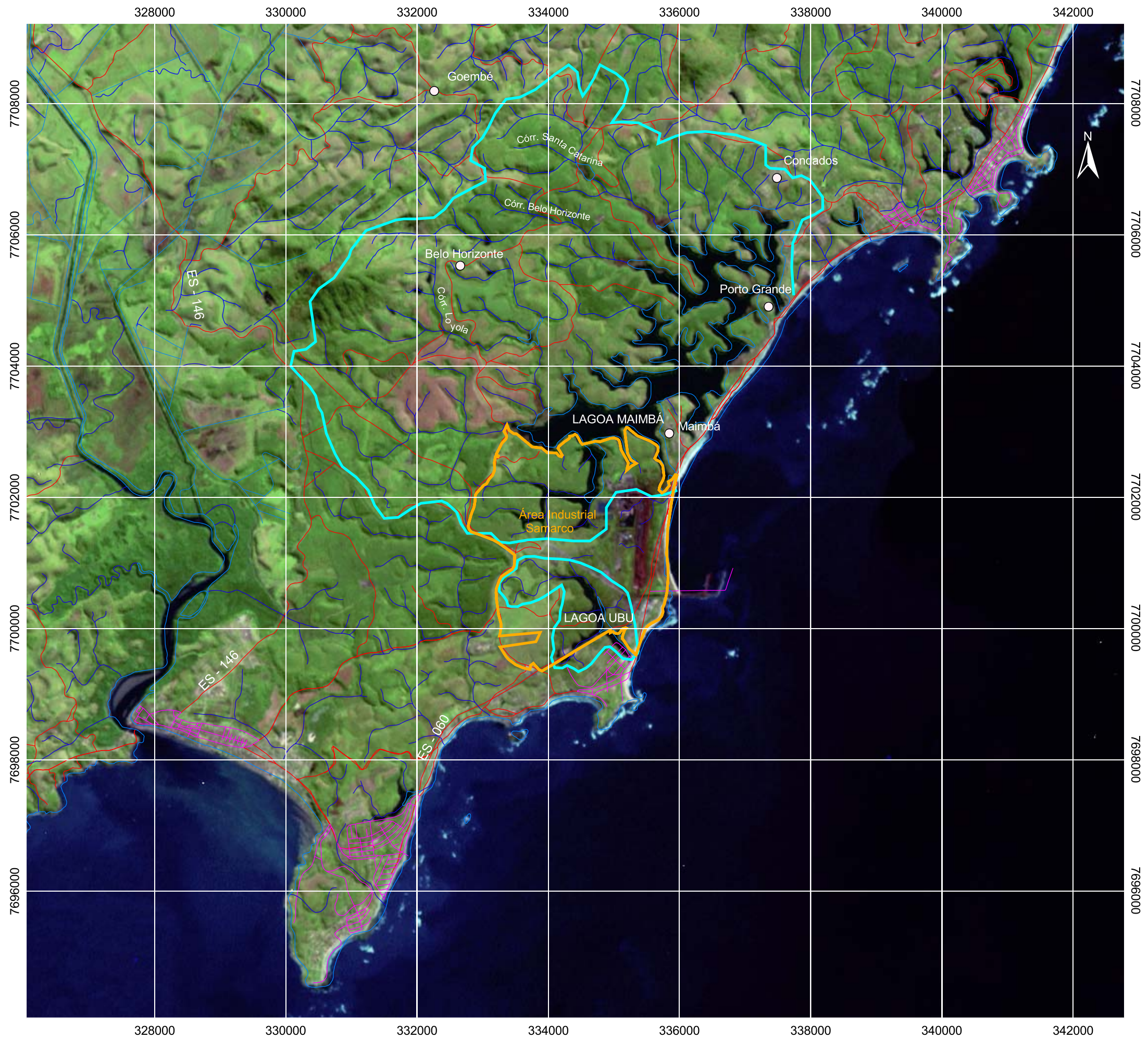
O principal corpo d'água doce situado na área de influência do Complexo de Ubu é a lagoa Maimbá, que localiza-se na divisa dos municípios de Guarapari e Anchieta, às margens da Rodovia do Sol, entre o balneário de Meaípe e o Porto Marítimo de Ubu, nas seguintes coordenadas: 20°45'19"W e 46°34'29"S.

Até o início da década de 60 a lagoa Maimbá, costeira, se comunicava diretamente com o mar em períodos alternados, em alguns pontos que a separavam do oceano por barramentos naturais, formados pela acumulação de sedimentos arenosos depositados principalmente pela ação marinha. Estes sedimentos permaneciam nesses pontos até que períodos de chuvas intensas ou marés de sizígia de alta energia rompiam os barramentos, fazendo com que houvesse trocas de águas e comunicação entre as águas do mar e da lagoa.






Com a implantação da Rodovia do Sol, que faz ligação entre o município de Guarapari e o de Anchieta, antes de 1970, a interligação entre a lagoa Maimbá e o mar foi restringida pela construção de aterro, que limitou o fluxo de entrada e saída das águas superficiais do mar e da lagoa a três bueiros, os quais em geral são bloqueados por sedimentos, ocasionando longos períodos de isolamento superficial da lagoa. Esta alteração no regime de fluxo vem causando alterações significativas nas características da lagoa.

A lagoa Maimbá apresenta contorno irregular das margens. A área ocupada pelo espelho d'água faz com seja o segundo lago do Estado em tamanho, após a lagoa Juparanã. De acordo com levantamento batimétrico realizado em 2002, a lagoa Maimbá apresenta área média de 4,9 km², volume médio de 9,5 km³ e profundidade média 1,9 m.

A bacia hidrográfica da lagoa Maimbá compreende uma área de aproximadamente 36,5 km². Dentre os seus principais afluentes estão os córregos Loyola, Belo Horizonte e Santa Catarina. Esses córregos encontram-se atualmente em estado crítico, principalmente relacionado com a disponibilidade hídrica. Seus leitos encontram-se praticamente secos, principalmente devido à construção de barragens, sendo possível observar fluxos de água para a lagoa somente em períodos chuvosos.



LEGENDA

-  Comunidades
-  Limites das Bacias Hidrográficas das Lagoas de Maimbá e Ubu
-  Cursos D'Água
-  Rodovias/Estradas de Acesso
-  Limite - Área Industrial da Samarco


FONTE DE DADOS :	
BASE DIGITAL DO IBGE IMAGEM DE SATELITE LANDSAT7, 2002 CAMPANHA, CEPEMAR - 2004	
DATUM : Córrego Alegre	PROJEÇÃO : MERIDIANO CENTRAL : U.T.M - 39 W
ESCALA GRÁFICA: 0 500 1000 Metros	PROJETO : EIA - TERCEIRA PELOTIZAÇÃO
ELABORADO POR: MARTA OLIVER	DATA: Set/2004
	

Figura 3.1.3.1-1 : Mapa das Bacias Hidrográficas das Lagoas Maimbá e Ubu

A bacia hidrográfica da lagoa apresenta relevo suave, ondulado, com vales profundos. A geologia é definida, na maior parte de sua área, pela formação barreiras. Nas nascentes, podem ser observados vestígios do domínio geológico da formação Paraíba do Sul, cujo traço marcante é o Morro do Urubu, com altitude de 332 m. No fundo dos vales, o terreno é plano e alagável, da era quaternária.

Os solos reconhecidos na área da bacia hidrográfica da lagoa Maimbá são os latossolos e as areias quartzosas marinhas. Os latossolos correspondem a solos antigos, de textura predominante argilosa, em cujo processo de formação ocorreu intensa lixiviação de argilas silicáticas e metais leves, bem como acúmulo de argilas com altos teores de óxidos de ferro e alumínio. As areias quartzosas marinhas correspondem aos depósitos de areia formados pela ação do mar, constituindo-se nas praias, dunas e restingas. A textura é arenosa em todo o perfil e os solos, excessivamente drenados e distróficos, de forte acidez.

A vegetação primitiva dos terrenos de formação barreiras é a floresta dos tabuleiros; a do domínio geológico da formação Paraíba do Sul é a floresta Atlântica de encosta; a do fundo dos vales é a vegetação graminóide.

Na maior parte da bacia hidrográfica, é desenvolvida a cultura de eucaliptos, utilizados como matéria prima para carvoaria. Essa cultura foi implantada entre 1973 e 1974. Os eucaliptos são destinados, na sua maior parte, à produção de carvão vegetal, além de serem vendidos para serrarias. A região inclui, entre plantios de eucalipto, áreas de reserva legal e de preservação permanente.

Na zona mais interiorana da bacia hidrográfica da lagoa Maimbá, prevalece o uso rural, tendendo a manter-se o predomínio do reflorestamento com eucalipto, seguido da pecuária e, em muito menor escala, do cultivo de cana, mandioca e côco-da-baía, dentre outras culturas.

A água da lagoa Maimbá apresenta múltiplos usos. Destaca-se por ser manancial de abastecimento doméstico das populações vizinhas pela exploração de poços rasos pelas comunidades ribeirinhas. Até 2003, a Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN) realizava captação na lagoa de Maimbá para abastecimento das comunidades de Meaípe e Maimbá com vazões médias de captação iguais a, respectivamente, 22,0 l/s e 4,5 l/s. Atualmente a CESAN não realiza mais captação na lagoa de Maimbá.

As águas da lagoa são utilizadas também como receptoras e diluidoras dos efluentes domésticos, industriais e pluviais produzidos na região de sua bacia hidrográfica. Outros usos incluem a pesca e o lazer. Este último, apesar de pouco explorado, apresenta um grande potencial, devido à beleza cênica da lagoa e à sua localização em região turística.

Os aglomerados urbanos existentes na bacia hidrográfica da lagoa Maimbá são de pequeno porte, alguns situados às margens da lagoa. Devido à inexistência de rede coletora e de tratamento de esgotos, praticamente a totalidade dos efluentes domésticos gerados nas comunidades situadas na bacia hidrográfica é direcionada à lagoa Maimbá. A Tabela 3.1.3-1 mostra a população das principais comunidades localizadas na bacia hidrográfica da lagoa.

Tabela 3.1.3.1-1: População situada na bacia hidrográfica da lagoa Maimbá, em 2004 (levantamento de campo).

LOCALIDADE	Nº DE FAMÍLIAS	POPULAÇÃO
Belo Horizonte (**)	66	313
Goembê (**)	90	361
Maimbá (**)	318	972
Porto Grande (*)	-	300
Condados (*)	400	2.000

Fontes: (*) Associação de Moradores – dados estimados.
 (**) PMA – Programa de Saúde da Família

As atividades industriais desenvolvidas na bacia hidrográfica da lagoa Maimbá resumem-se à carvoaria e a pelotização de minério de ferro.

A empresa de pelotização Samarco Mineração S/A, implantada em 1977, utiliza os recursos hídricos da lagoa Maimbá como receptora de seus efluentes industriais, após tratamento. A água que chega à unidade de Ponta Ubu, Anchieta, tem a finalidade de transportar o minério desde a mina, situada em Minas Gerais, até a usina de pelotização, para posteriormente serem produzidas pelotas de minério de ferro para exportação.

A Barragem Norte situa-se na área industrial da Samarco e recebe os efluentes industriais após passar por três etapas de tratamento. A barragem, além de ser a principal fonte de abastecimento de água de processo da unidade, foi implantada com os objetivos de promover a maturação das correntes líquidas e de absorver eventuais distorções na qualidade final dos efluentes, previamente ao seu descarte no corpo receptor final, a lagoa Maimbá.

A conexão da Barragem Norte com a lagoa ocorre por meio de barramento, construído na época da implantação da Samarco. A comporta de ligação superficial permanece fechada por quase todo o ano, sendo necessária sua abertura principalmente em períodos chuvosos. Durante um ano, a comporta é aberta, em média, quatro vezes, por um período de 72 horas a cada abertura. A vazão média anual do efluente da Barragem é estimada em 150 m³/h.

No item 3.2.2 – Ecossistemas Aquáticos, subitem 3.2.2.1, do presente diagnóstico ambiental são apresentadas as características físico-químicas da massa d'água da lagoa de Maimbá, bem como dados sobre as comunidades biológicas deste ecossistema aquático.

3.1.3.2 Recursos Hídricos Subterrâneos

As características geológicas e geotécnicas da área onde se situa o Complexo Industrial de Ponta Ubu indicam a presença de aquíferos constituídos por solos com textura predominantemente granular, devido ao alto teor de areias finas a médias, contendo argilas e siltes em teores variáveis. Desta forma, as águas subterrâneas fluem no interior de um meio poroso, com entrada de água realizada diretamente pela infiltração das águas pluviais. O fluxo ocorre no sentido das lagoas de Maimbá e Ubu para o mar.

A área do Complexo Industrial de Ponta Ubu está situada em uma planície costeira cuja superfície, em forma de platôs, atinge altitudes máximas em torno de 25 m. Esta superfície é recortada por vales que se aprofundam até cotas inferiores a 1 m, modelando um relevo apresentando gradiente muito variado (plano nos topos a inclinado nas encostas).

A área é constituída por sedimentos inconsolidados, apresentando idade terciária-quaternária, referidos à unidade estratigráfica conhecida como Grupo Barreiras. Sob o ponto de vista litológico e estrutural, estes sedimentos se caracterizam por sua composição argilosa e arenosa a arenosa, eventualmente calcífera, que se intercalam em camadas sub-horizontais com espessura variável, e com colorações predominantemente amarelas a avermelhadas. Estima-se que a espessura total destes sedimentos na área de Ponta Ubu seja pouco superior a 25 m.

A seguir são apresentados resultados do monitoramento de águas subterrâneas da área de influência do Complexo Industrial de Ubu, para o ano de 2003, desenvolvido pela empresa BIOLÓGICA – Desenvolvimento de Projetos e Processos em Biotecnologia Ltda.

A localização dos poços monitorados é apresentada na Figura 3.1.3.2-1.

As posições dos poços em relação a unidades do Complexo Industrial de Ubu são indicadas a seguir:

- **PZ-01:** a montante do antigo depósito de resíduos industriais (fazenda);
- **PZ-02:** localizado a montante do aterro industrial;
- **PZ-03:** situado próximo da barragem Norte;
- **PZ-04:** localizado a montante da bacia de Polpa;
- **PZ-05, PZ-08 e PZ-09:** poços muito próximos, localizados a jusante do antigo depósito de resíduos industriais (fazenda).
- **PZ-06:** do outro lado do divisor de águas, próximo as Usinas de Pelotização e ao pátio de estocagem;
- **PZ-07:** localizado a jusante da bacia de Polpa;

Além dos poços acima citados, foram monitorados os seguintes poços:

- **PZ-14, PZ-15 e PZ-16:** localizados a jusante do aterro industrial;

A coleta, preservação, acondicionamento das amostras e análises laboratoriais e de campo, foram realizadas de acordo com as normas preconizadas no "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*".

Os parâmetros analisados foram os seguintes :

- | | | |
|----------------------|----------------------|------------|
| - pH | - nitrogênio nítrico | - manganês |
| - Condutividade | - fenol | - cobre |
| - Sulfatos | - alumínio | - zinco |
| - nitrogênio nitroso | - ferro | |

As Tabelas 3.1.3.2-1 a 3.1.3.2-11 mostram os resultados do monitoramento da água dos diversos poços obtidas nas campanhas de 2003. São apresentados também, com finalidade de comparação, os resultados dos monitoramentos ocorridos nos anos de 2001 e 2002, além de médias gerais e de valores máximos e mínimos observados.

Tabela 3.1.3.2-1: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-01.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	0,780	2,700	0,480	0,800	3,320	0,610	0,750	2,240
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,017	< 0,01	< 0,01	0,011	0,014
Condutividade elétrica	S/cm ²	102,10	99,40	92,10	91,30	97,20	148,80	135,40	85,80
Fenóis	mg/L	0,009	0,082	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,015	0,032	< 0,001
Ferro total	mg/L	0,437	1,354	1,282	0,476	5,925	3,703	4,535	2,351
Manganês total	mg/L	0,003	0,027	0,017	0,020	0,044	0,048	0,030	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,80	1,90	2,40	1,60	1,70	1,70	1,60	1,50
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,003	0,003	0,009	0,005	0,003	< 0,001	0,004	0,003
pH	-	4,35	4,46	4,54	4,51	4,28	4,78	4,80	4,53
Sulfatos	mg/L	9,00	9,00	12,00	9,00	9,00	9,00	8,00	9,00
Zinco	mg/L	0,010	< 0,01	0,048	0,027	0,021	0,072	0,014	0,045
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	16,440	14,020	1,560	3,100	8,78	3,900	16,440	0,480
Cobre	mg/L	0,012	0,014	< 0,01	< 0,01	0,01	0,006	0,017	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	103,90	84,01	105,00	127,00	104,98	106,00	148,80	84,01
Fenóis	mg/L	0,087	0,080	0,020	0,033	0,055	0,030	0,087	< 0,001
Ferro total	mg/L	26,43	17,799	< 0,01	< 0,01	11,06	5,358	26,43	< 0,01
Manganês total	mg/L	0,075	0,156	< 0,01	< 0,01	0,058	0,035	0,156	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	6,20	2,30	1,78	< 0,01	2,23	2,040	6,200	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,006	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	0,009	< 0,001
pH	-	4,57	4,44	4,58	4,36	4,49	4,52	4,80	4,28
Sulfatos	mg/L	9,00	10,00	8,00	8,00	8,75	9,08	12,00	8,00
Zinco	mg/L	0,082	0,285	< 0,01	1,51	0,469	0,176	1,510	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-2: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-02.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	2,280	7,54	0,900	2,440	2,580	2,870	3,790	4,950
Cobre	mg/L	< 0,01	0,024	0,030	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,018
Condutividade elétrica	S/cm ²	144,40	135,50	129,30	129,00	139,90	157,70	123,90	126,70
Fenóis	mg/L	0,004	0,038	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,023	0,035	0,035
Ferro total	mg/L	3,406	4,007	4,282	2,186	3,870	4,169	3,845	4,927
Manganês total	mg/L	0,010	0,043	0,042	0,023	0,024	0,066	< 0,01	0,049
Nitrogênio nítrico	mg/L	2,70	2,60	4,10	2,30	2,30	2,40	2,20	2,30
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,008	0,004	0,029	0,006	0,001	< 0,001	0,009	0,009
pH	-	4,68	4,82	4,63	4,83	4,72	4,73	5,34	4,89
Sulfatos	mg/L	11,00	11,00	8,00	9,00	9,00	9,00	15,00	9,00
Zinco	mg/L	0,060	0,050	0,062	0,028	< 0,01	0,100	0,022	0,058
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	6,320	14,270	1,090	1,120	5,70	4,179	14,270	0,900
Cobre	mg/L	0,013	0,010	< 0,01	< 0,01	0,01	0,007	0,030	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	152,20	121,00	147,00	148,00	142,05	137,88	157,70	121,00
Fenóis	mg/L	0,065	0,050	0,037	0,009	0,040	0,025	0,065	< 0,001
Ferro total	mg/L	9,32	10,356	< 0,01	1,25	5,23	4,302	10,356	< 0,01
Manganês total	mg/L	0,032	0,093	< 0,01	0,030	0,039	0,034	0,093	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	8,80	1,90	0,31	< 0,01	2,75	2,659	8,800	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,036	0,014	0,030	< 0,01	0,02	0,012	0,036	< 0,01
pH	-	4,92	4,95	5,30	4,69	4,97	4,88	5,34	4,63
Sulfatos	mg/L	11,00	11,00	9,00	8,00	9,75	10,00	15,00	8,00
Zinco	mg/L	0,075	0,042	0,020	0,040	0,044	0,046	0,100	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-3: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-03.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	2,800	4,730	0,740	1,990	3,320	1,520	2,010	8,050
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,010	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,001
Condutividade elétrica	S/cm ²	375,00	274,00	178,80	171,90	97,20	173,50	160,10	146,20
Fenóis	mg/L	0,006	0,056	0,01	0,002	< 0,001	< 0,001	0,008	0,027
Ferro total	mg/L	2,105	1,149	2,654	1,202	5,925	0,573	3,855	3,254
Manganês total	mg/L	0,009	0,014	< 0,01	0,011	0,044	< 0,01	0,041	0,010
Nitrogênio nítrico	mg/L	6,40	4,50	3,00	2,40	1,70	2,60	2,30	2,40
Nitrogênio nitroso	mg/L	< 0,001	0,005	0,005	0,005	0,003	0,002	0,009	0,011
pH	-	4,57	4,61	4,37	4,46	4,28	4,36	5,28	4,55
Sulfatos	mg/L	31,00	31,00	23,00	12,00	9,00	13,00	20,00	15,00
Zinco	mg/L	0,090	0,025	0,043	0,082	0,021	0,022	0,040	0,063
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	4,160	7,790	2,780	3,570	4,58	3,622	8,050	0,740
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,003	0,011	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	182,40	150,80	190,00	195,60	179,70	191,29	375,00	97,20
Fenóis	mg/L	< 0,001	0,003	0,006	0,009	0,005	0,011	0,056	< 0,001
Ferro total	mg/L	2,413	1,967	< 0,01	< 0,01	1,10	2,091	5,925	< 0,01
Manganês total	mg/L	< 0,01	0,033	< 0,01	0,020	0,01	0,015	0,044	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	8,40	1,90	0,31	< 0,01	2,65	2,993	8,400	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,019	0,011	0,030	< 0,01	0,015	0,008	0,030	< 0,01
pH	-	4,50	4,57	4,63	4,26	4,49	4,54	5,28	4,26
Sulfatos	mg/L	18,00	14,00	16,00	10,00	14,50	17,67	31,00	9,00
Zinco	mg/L	< 0,01	0,030	0,040	0,020	0,023	0,040	0,090	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-4: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-04.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	1,700	0,850	0,290	2,390	1,390	1,180	2,210	5,880
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,028
Condutividade elétrica	S/cm ²	240,00	208,00	178,70	225,00	250,00	186,10	176,90	170,70
Fenóis	mg/L	0,007	0,065	< 0,001	0,004	0,003	0,026	0,022	0,037
Ferro total	mg/L	1,883	0,507	1,239	1,198	1,144	1,455	2,171	2,63
Manganês total	mg/L	0,013	0,021	0,010	0,026	< 0,01	0,016	< 0,01	0,015
Nitrogênio nítrico	mg/L	0,90	0,90	0,90	0,90	1,30	0,90	1,10	1,10
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,001	0,006	< 0,001	0,007	0,003	0,003	0,006	0,008
pH	-	4,76	4,78	4,44	5,04	4,62	4,45	5,12	4,69
Sulfatos	mg/L	12,00	13,00	18,00	18,00	16,00	15,00	19,00	15,00
Zinco	mg/L	0,060	< 0,01	< 0,01	0,029	< 0,01	0,057	< 0,01	0,024
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	7,370	9,850	1,310	9,290	6,96	3,643	9,850	0,290
Cobre	mg/L	0,024	0,043	< 0,01	< 0,01	0,02	0,010	0,043	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	209,00	165,10	197,00	215,00	196,53	201,79	250,00	165,10
Fenóis	mg/L	0,150	0,100	0,051	0,018	0,080	0,040	0,150	< 0,001
Ferro total	mg/L	3,489	3,227	< 0,01	1,33	2,01	1,689	3,489	< 0,01
Manganês total	mg/L	0,014	0,040	< 0,01	< 0,01	0,014	0,013	0,040	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	3,10	0,60	0,22	< 0,01	0,98	0,993	3,100	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,006	0,012	0,002	< 0,01	0,005	0,005	0,012	< 0,01
pH	-	4,65	4,56	4,51	4,33	4,51	4,66	5,12	4,33
Sulfatos	mg/L	18,00	14,00	17,00	16,00	16,25	15,92	19,00	12,00
Zinco	mg/L	0,045	0,061	0,05	< 0,01	0,039	0,027	0,061	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-5: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-05.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	1,700	1,330	0,660	2,730	1,470	0,870	4,040	5,630
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,729	< 0,01	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	130,90	130,30	121,30	153,40	141,80	134,90	145,50	125,10
Fenóis	mg/L	0,005	0,005	0,002	0,002	0,002	0,021	0,015	0,070
Ferro total	mg/L	1,643	0,597	1,681	0,660	2,681	2,146	8,254	4,559
Manganês total	mg/L	0,003	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,020	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,90	1,90	2,60	3,00	2,40	2,60	2,20	2,30
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,004	0,004	0,006	0,005	0,004	0,001	0,007	0,013
pH	-	4,33	4,51	4,38	4,36	4,29	4,20	4,93	4,34
Sulfatos	mg/L	8,00	9,00	7,00	9,00	9,00	8,00	10,00	10,00
Zinco	mg/L	0,010	< 0,01	0,016	0,020	< 0,01	0,028	0,020	0,017
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	3,780	7,210	1,730	2,310	3,76	2,788	7,210	0,660
Cobre	mg/L	< 0,01	0,031	< 0,01	< 0,01	0,01	0,063	0,729	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	148,30	129,40	171,00	106,00	138,68	136,49	171,00	106,00
Fenóis	mg/L	0,071	0,079	0,029	0,003	0,046	0,025	0,079	0,002
Ferro total	mg/L	4,791	4,172	< 0,01	< 0,01	2,24	2,599	8,254	< 0,01
Manganês total	mg/L	< 0,01	0,057	< 0,01	0,060	0,029	0,013	0,060	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	7,90	1,90	0,18	< 0,01	2,50	2,407	7,900	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,013	0,007	0,002	< 0,01	0,006	0,006	0,013	< 0,01
pH	-	4,43	4,41	4,36	4,31	4,38	4,40	4,93	4,20
Sulfatos	mg/L	17,00	15,00	8,00	9,00	12,25	9,92	17,00	7,00
Zinco	mg/L	0,063	0,014	0,020	< 0,01	0,024	0,017	0,063	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-6: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-06.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	2,710	2,080	0,590	2,810	1,980	2,300	3,200	12,980
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,010
Condutividade elétrica	S/cm ²	232,00	221,00	206,00	202,00	237,00	204,00	177,90	192,30
Fenóis	mg/L	0,003	0,004	0,009	0,001	0,004	0,015	< 0,001	0,038
Ferro total	mg/L	7,171	2,646	2,083	3,353	0,214	4,039	8,606	4,802
Manganês total	mg/L	0,003	0,017	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,024	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,20	0,60	0,40	0,50	0,30	0,30	0,40	0,20
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,006	0,004	0,004	0,003	0,005	< 0,001	0,008	0,007
pH	-	4,45	4,63	4,37	4,37	4,47	4,25	4,78	4,35
Sulfatos	mg/L	15,00	11,00	17,00	12,00	17,00	14,00	70,00	14,00
Zinco	mg/L	0,080	< 0,01	0,020	0,040	< 0,01	0,082	0,028	0,065
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	10,140	4,880	3,490	5,560	6,02	4,393	12,980	0,590
Cobre	mg/L	< 0,01	0,924	< 0,01	< 0,01	0,23	0,078	0,924	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	235,00	174,90	425,00	428,00	315,73	244,59	428,00	174,90
Fenóis	mg/L	0,043	0,035	0,010	0,008	0,025	0,014	0,043	< 0,001
Ferro total	mg/L	18,162	8,719	< 0,01	< 0,01	6,72	4,983	18,162	< 0,01
Manganês total	mg/L	< 0,01	0,050	< 0,01	0,170	0,055	0,022	0,170	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	0,80	0,10	0,27	< 0,01	0,29	0,423	1,200	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,023	0,011	0,002	< 0,01	0,009	0,006	0,023	< 0,01
pH	-	4,42	4,43	5,32	4,45	4,66	4,52	5,32	4,25
Sulfatos	mg/L	17,00	16,00	21,00	72,00	31,50	24,67	72,00	11,00
Zinco	mg/L	0,010	0,017	0,040	< 0,01	0,017	0,032	0,082	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-6: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-07.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	1,680	2,070	0,610	1,820	1,510	1,530	3,430	2,360
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,018	< 0,01	0,026	0,011
Condutividade elétrica	S/cm ²	214,00	265,00	254,00	263,00	282,00	271,00	253,00	250,00
Fenóis	mg/L	0,006	0,005	0,013	0,004	< 0,001	0,006	0,016	0,070
Ferro total	mg/L	1,653	0,997	0,522	1,416	1,734	2,036	4,675	1,485
Manganês total	mg/L	0,010	0,024	< 0,01	0,022	0,145	0,020	0,010	0,015
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,70	1,60	1,40	1,50	1,40	1,20	1,00	1,10
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,003	0,007	0,01	0,002	0,003	< 0,001	0,004	0,004
pH	-	4,60	4,78	4,50	5,81	5,03	4,48	5,10	4,74
Sulfatos	mg/L	29,00	39,00	49,00	35,00	51,00	66,00	68,00	76,00
Zinco	mg/L	0,020	0,025	< 0,01	0,024	0,100	0,039	0,035	0,059
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	3,870	3,380	1,510	4,270	3,26	2,337	4,270	0,610
Cobre	mg/L	0,036	0,025	< 0,01	0,01	0,02	0,011	0,036	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	292,00	234,00	260,00	253,00	259,75	257,58	292,00	214,00
Fenóis	mg/L	0,184	0,188	0,041	0,007	0,105	0,045	0,188	< 0,001
Ferro total	mg/L	2,944	3,001	< 0,01	< 0,01	1,49	1,705	4,675	< 0,01
Manganês total	mg/L	0,056	0,032	< 0,01	< 0,01	0,022	0,028	0,145	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	4,00	0,80	0,13	< 0,01	1,23	1,319	4,000	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,006	0,008	0,002	< 0,01	0,004	0,004	0,010	< 0,01
pH	-	4,68	4,68	4,84	4,40	4,65	4,80	5,81	4,40
Sulfatos	mg/L	86,00	56,00	48,00	22,00	53,00	52,08	86,00	22,00
Zinco	mg/L	0,036	0,069	0,050	0,02	0,044	0,040	0,100	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-7: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-08.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	0,510	3,750	0,420	1,040	2,800	2,020	5,130	1,640
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	130,60	123,90	121,00	445,00	123,50	354,00	145,10	217,00
Fenóis	mg/L	0,193	0,015	0,012	< 0,001	< 0,001	0,037	< 0,001	0,013
Ferro total	mg/L	0,535	1,919	1,414	0,763	2,816	2,667	5,033	3,38
Manganês total	mg/L	< 0,001	0,023	0,018	0,126	< 0,01	0,053	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,40	1,80	2,30	7,80	1,80	5,40	2,20	2,50
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,003	0,004	0,020	0,004	0,005	0,001	0,005	0,014
pH	-	4,53	4,53	4,48	4,98	4,91	4,82	5,53	5,13
Sulfatos	mg/L	11,00	10,00	10,00	90,00	10,00	96,00	42,00	37,00
Zinco	mg/L	< 0,01	0,026	0,066	0,022	< 0,01	0,050	0,026	0,013
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	16,130	8,340	0,960	1,950	6,85	3,724	16,130	0,420
Cobre	mg/L	< 0,01	0,089	< 0,01	< 0,01	0,02	0,007	0,089	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	123,20	96,50	130,00	137,3	121,75	178,93	445,00	96,5
Fenóis	mg/L	< 0,001	0,002	0,012	0,007	0,005	0,024	0,193	< 0,001
Ferro total	mg/L	3,157	1,825	< 0,01	< 0,01	1,25	1,959	5,033	< 0,01
Manganês total	mg/L	< 0,01	0,038	< 0,01	< 0,01	0,010	0,022	0,126	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	5,30	0,90	0,31	< 0,01	1,63	2,643	7,800	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,006	0,011	0,002	< 0,01	0,005	0,006	0,020	< 0,01
pH	-	4,84	4,52	4,38	4,30	4,51	4,75	5,53	4,30
Sulfatos	mg/L	14,00	16,00	10,00	8,00	12,00	29,50	96,00	8,00
Zinco	mg/L	0,026	0,083	0,020	0,010	0,035	0,029	0,083	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-8: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-09.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	5,380	1,280	0,880	1,890	2,030	1,000	3,200	68,710
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,021	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,017
Condutividade elétrica	S/cm ²	168,10	165,10	139,70	145,10	143,30	128,40	100,10	103,50
Fenóis	mg/L	0,095	0,043	0,003	< 0,001	0,002	0,008	0,014	0,028
Ferro total	mg/L	3,102	0,627	1,348	1,008	1,842	1,168	3,55	10,28
Manganês total	mg/L	0,003	0,015	0,013	0,022	0,036	0,018	< 0,01	0,046
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,40	1,40	1,90	1,30	1,20	1,20	1,30	1,40
Nitrogênio nitroso	mg/L	< 0,001	0,002	0,015	0,003	0,008	0,002	0,004	0,01
pH	-	4,41	4,49	4,43	4,44	4,43	4,30	5,20	4,57
Sulfatos	mg/L	13,00	11,00	11,00	9,00	9,00	8,00	11,00	10,00
Zinco	mg/L	0,010	0,033	0,044	0,100	0,054	0,081	0,030	0,028
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	9,270	16,130	1,110	2,120	7,16	9,417	68,710	0,880
Cobre	mg/L	< 0,01	0,587	< 0,01	< 0,01	0,15	0,052	0,587	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	132,50	107,30	141,00	127,4	126,10	133,46	168,10	100,10
Fenóis	mg/L	0,038	0,025	< 0,001	0,018	0,020	0,023	0,095	< 0,001
Ferro total	mg/L	5,114	2,745	< 0,01	1,49	2,34	2,690	10,28	< 0,01
Manganês total	mg/L	0,014	0,043	< 0,01	< 0,01	0,014	0,018	0,046	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	4,00	1,60	0,31	< 0,01	1,48	1,418	4,00	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,006	0,022	0,003	< 0,01	0,008	0,006	0,022	< 0,01
pH	-	4,83	4,40	4,44	4,31	4,50	4,52	5,20	4,30
Sulfatos	mg/L	11,00	15,00	9,00	13,00	12,00	10,83	15,00	8,00
Zinco	mg/L	0,132	0,081	0,01	0,020	0,061	0,052	0,132	0,010

Tabela 3.1.3.2-9: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-14.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	1,390	2,090	1,390	1,590	1,280	1,110	1,300	1,870
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	20,411	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	149,90	246,00	215,00	225,00	256,00	216,00	110,50	169,40
Fenóis	mg/L	0,026	0,015	< 0,001	0,003	0,003	< 0,001	< 0,001	0,012
Ferro total	mg/L	3,172	1,528	3,406	6,993	2,213	7,432	25,476	2,852
Manganês total	mg/L	0,007	0,019	0,010	0,010	< 0,01	0,019	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,60	2,30	2,70	2,20	2,20	2,40	1,30	1,50
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,005	0,004	0,006	0,002	0,006	< 0,001	0,003	0,004
pH	-	4,19	4,36	4,24	4,54	4,44	4,33	5,06	4,54
Sulfatos	mg/L	18,00	13,00	16,00	22,00	34,00	31,00	34,00	36,00
Zinco	mg/L	0,010	0,031	0,057	0,022	0,017	0,035	0,011	0,025
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	1,200	12,300	1,440	2,660	4,40	2,468	12,300	1,11
Cobre	mg/L	< 0,01	0,048	< 0,01	< 0,01	0,01	1,706	20,411	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	269,00	153,80	258,00	256,00	234,20	210,38	269,00	110,5
Fenóis	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,036	0,002	0,010	0,008	0,036	< 0,001
Ferro total	mg/L	4,355	22,817	< 0,01	< 0,01	6,79	6,687	25,476	< 0,01
Manganês total	mg/L	< 0,01	0,091	< 0,01	< 0,01	0,023	0,013	0,091	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	5,30	1,40	0,09	< 0,01	1,70	1,916	5,300	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,009	< 0,005	0,002	< 0,01	0,003	0,003	0,009	< 0,01
pH	-	4,56	4,47	4,48	4,30	4,45	4,46	5,06	4,19
Sulfatos	mg/L	63,00	26,00	21,00	20,00	32,50	27,83	63,00	13,00
Zinco	mg/L	0,057	0,070	0,020	0,030	0,044	0,032	0,070	0,010

Tabela 3.1.3.2-10: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-15.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	0,330	0,580	0,620	0,250	0,380	< 0,1	0,390	1,020
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,018	< 0,01	0,101	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	254,00	235,00	234,00	231,00	236,00	221,00	205,00	211,00
Fenóis	mg/L	0,019	0,035	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,013	0,02
Ferro total	mg/L	0,823	0,165	0,807	0,266	0,765	1,343	2,396	2,248
Manganês total	mg/L	0,080	0,049	0,052	0,061	0,017	0,031	0,038	0,063
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,00	1,10	1,30	1,00	0,90	1,20	1,10	1,00
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,004	0,003	0,007	0,005	0,005	0,005	0,003	0,004
pH	-	4,39	4,64	4,65	4,56	4,49	4,92	5,54	5,13
Sulfatos	mg/L	1,00	1,00	< 1,00	1,00	1,00	< 1,00	8,00	< 1,00
Zinco	mg/L	0,08	0,047	0,178	0,093	< 0,01	0,164	0,151	0,151
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	1,570	0,650	0,510	0,860	0,90	0,597	1,570	< 0,01
Cobre	mg/L	0,154	< 0,01	< 0,01	0,010	0,04	0,024	0,154	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	262,00	213,00	262,00	264,00	250,25	235,67	264,00	205,00
Fenóis	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,006	0,002	0,008	0,035	< 0,001
Ferro total	mg/L	4,629	0,913	< 0,01	< 0,01	1,39	1,196	4,629	< 0,01
Manganês total	mg/L	0,099	0,171	0,050	0,120	0,110	0,069	0,171	0,017
Nitrogênio nítrico	mg/L	4,00	0,80	0,09	< 0,01	1,22	1,12	4,00	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,013	< 0,001	0,002	< 0,01	0,004	0,004	0,013	< 0,001
pH	-	5,04	5,07	4,76	5,04	4,98	4,85	5,54	4,39
Sulfatos	mg/L	1,00	5,00	5,00	6,00	4,25	2,42	8,00	< 1,00
Zinco	mg/L	0,154	0,233	0,170	0,280	0,209	0,142	0,280	< 0,01

Tabela 3.1.3.2-11: Resultados cumulativos dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-16.

PARÂMETRO	Unidade	Mar/01	Jun/01	Set/01	Dez/01	Mar/02	Jun/02	Set/02	Dez/02
Alumínio	mg/L	0,880	2,570	1,380		2,310	2,300	1,630	7,000
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	130,60	128,30	124,70		127,80	118,60	107,90	106,60
Fenóis	mg/L	0,019	0,040	< 0,001		< 0,001	0,002	< 0,001	0,069
Ferro total	mg/L	0,868	1,000	1,006		1,390	8,910	2,737	2,279
Manganês total	mg/L	< 0,001	< 0,01	0,011		< 0,01	0,027	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	1,60	1,60	1,40		1,20	1,50	1,30	1,50
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,004	0,005	0,010		0,006	< 0,001	0,005	0,003
pH	-	4,15	4,38	4,30		4,32	4,21	4,87	4,31
Sulfatos	mg/L	11,00	10,00	11,00		9,00	4,00	10,00	10,00
Zinco	mg/L	0,01	0,022	0,028		< 0,01	0,047	0,015	0,029
PARÂMETRO	Unidade	Mar/03	Jun/03	Set/03	Dez/03	Média 2003	Média geral	MÁX.	MÍN.
Alumínio	mg/L	1,190	3,870	1,300	3,910	2,57	2,576	7,000	0,880
Cobre	mg/L	< 0,01	0,058	< 0,01	0,010	0,02	0,007	0,058	< 0,01
Condutividade elétrica	S/cm ²	130,10	103,40	129,00	128,50	122,75	121,41	130,60	103,40
Fenóis	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,021	0,005	0,014	0,069	< 0,001
Ferro total	mg/L	2,131	1,133	< 0,01	< 0,01	0,82	1,950	8,910	< 0,01
Manganês total	mg/L	< 0,01	0,070	< 0,01	< 0,01	0,018	0,010	0,070	< 0,01
Nitrogênio nítrico	mg/L	4,40	0,70	0,11	< 0,01	1,30	1,39	4,40	< 0,01
Nitrogênio nitroso	mg/L	0,006	0,008	0,002	< 0,01	0,004	0,004	0,01	< 0,01
pH	-	4,35	4,34	4,35	4,21	4,35	4,35	4,87	4,15
Sulfatos	mg/L	12,00	10,00	8,00	4,00	8,50	9,000	12,00	4,00
Zinco	mg/L	0,033	< 0,01	0,030	0,020	0,021	0,021	0,047	< 0,01

Foi desenvolvida análise comparativa entre os resultados obtidos para poços localizados a montante e a jusante de áreas industriais da Samarco, apresentada a seguir.

As análises dos resultados são apresentadas por parâmetro, sendo comparados os resultados dos pontos de montante com os de jusante, com verificação estatística de tendência de contribuições para o aquífero. São descritas as variações dos resultados encontrados nos poços, sendo os valores encontrados relacionados com as características do solo, permeabilidade e possíveis contribuições por infiltração no percurso do fluxo da água, localizando as variações significativas encontradas.

♦ ***DIFERENÇAS ENTRE RESULTADOS PARA PZ-02 (MONTANTE DO ATERRO INDUSTRIAL) E PZ-03 (JUSANTE DO ATERRO E PRÓXIMO À BARRAGEM NORTE), PZ-14, PZ-15 E PZ-16 (JUSANTE DO ATERRO) E PZ-06 (JUSANTE, PERTO DAS USINAS DE PELOTIZAÇÃO E DO PÁTIO DE ESTOCAGEM).***

Os possíveis impactos sobre a qualidade das águas diretamente afetadas pelo aterro industrial foram avaliados através da comparação entre os resultados dos parâmetros físico-químicos do poço PZ-02, localizado a montante da área do aterro, com os poços PZ-03, situado a jusante, próximo à barragem Norte, e PZ-14, PZ-15 e PZ-16, a jusante do aterro. Esses poços foram também comparados com o PZ-06 com o objetivo de avaliar a contribuição das usinas de pelotização e do pátio de estocagem para o aquífero.

A seguir, são apresentados resultados das análises das diferenças, para diferentes parâmetros, entre PZ-02 (montante do aterro industrial) e PZ-03 (jusante do aterro e próximo à barragem Norte), PZ-14, PZ-15 e PZ-16 (jusante do aterro) e PZ-06 (jusante, perto da Usina de Pelotização e do pátio de estocagem).

- **ALUMÍNIO**

Foi citado que o alumínio é um metal comum em latossolos avermelhados, os quais ocorrem em parte do terreno sobre o aquífero monitorado, explicando a existência de alguns resultados significativos desse metal nos poços, inclusive no poço PZ-01, situado em local a montante das instalações da Samarco, considerado como poço “branco”. Foi observado que também foram encontrados em quase todos os poços resultados mais altos nas campanhas realizadas nos meses de março/03 e dezembro/03, sendo que nestes meses, por serem chuvosos, a lixiviação dos solos levou esse metal dos solos para o aquífero devido ao fato dos solos serem argilo-arenosos, com áreas de grande permeabilidade. Foi observado ainda que nos meses de chuvas em todos os poços foram encontrados valores bem acima das médias, indicando a contribuição a partir dos solos de um modo geral, independentemente das atividades da Samarco.

Os menores resultados de alumínio, na região como um todo, foram encontrados nos poços PZ-14, com média nesse ano de 4,40 mg/L, PZ-15, com média de 0,90 mg/L e PZ-16, com média de 2,57 mg/L. Os solos nessa região ou são mais arenosos, com pouca argila, ou apresentam basicamente argila e são pouco permeáveis. Foi observado ainda que há maior contribuição de alumínio para o ponto PZ-02, talvez pela contribuição do tipo de solo, pois não ocorreram resultados mais altos em PZ-03, que fica localizado mais próximo da Barragem Norte. Foi concluído que o sulfato de alumínio utilizado no passado neste ambiente não interfere atualmente na qualidade da água do aquífero.

- COBRE TOTAL

Foi observado que, de um modo geral, ao longo do monitoramento o cobre tem apresentado resultados intimamente ligados aos solos da região, com ocorrência bastante homogênea, tanto a montante quanto a jusante do empreendimento. Na maioria das vezes não tem sido detectado pela metodologia analítica adotada, indicando a inexistência de uma relação direta com o empreendimento.

Ocorreram poucos resultados detectáveis de cobre, inclusive nos poços localizados a jusante do aterro (PZ-14, PZ-15 e PZ-16), cujos resultados positivos foram geralmente acompanhados de resultados detectáveis também a montante. Foi concluído que a contribuição deste metal para o aquífero é reduzida devido às características do solo da região e às ações de proteção ambiental desenvolvidas no pátio de sucatas e no aterro industrial.

- CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os poços PZ-14 e PZ-15 apresentaram menor variabilidade da condutividade elétrica ao longo do ano. Diferentemente do ano anterior, foram verificados valores mais altos de condutividade elétrica no poço PZ-06 em 2003.

A condutividade elétrica mostrou ao longo de 2003 resultados muito parecidos com o histórico de dados do monitoramento dos poços. Foram encontrados nesse ano resultados muito parecidos, sem grande variação, mantendo os valores de condutividade das águas em uma faixa muito próxima, com valores comuns em aquíferos sem contaminação.

- FENÓIS

Acompanhando a tendência de aumento dos parâmetros analisados no aquífero em função das águas de lixiviação dos solos, ocorreram no ano de 2003 maiores resultados de fenóis na maioria dos poços nos meses de chuvas, principalmente em dezembro/03, sendo encontrados resultados menores, a maioria não detectáveis, nas épocas de seca. Contudo não foram observados resultados altos. Os valores mais significativos foram observados em PZ-02, localizado em área a montante do aterro. Foi concluído que a tendência de maiores resultados indica que a origem desses fenóis deve ser a decomposição vegetal sobre o terreno e a lixiviação dos solos.

- FERRO TOTAL

O ferro é a principal matéria-prima do empreendimento da Samarco e também está presente nos solos em grande abundância. Foi observado que, contudo, ao longo do monitoramento quase sempre foram encontrados valores que não podem ser considerados muito altos, apesar de serem superiores aos teores normalmente encontrados em águas superficiais naturais para locais com sub-solo apresentando baixos teores de ferro. Foi ressaltado que, historicamente, vêm sendo encontrados no aquífero concentrações de ferro total na maioria das vezes inferiores a 1,00 mg/L, que podem ser considerados baixos, considerando tratar-se de águas subterrâneas, que estão mais sujeitas às contribuições da lixiviação dos solos. Nas últimas campanhas do ano os resultados relativos ao ferro na maioria dos poços ficaram abaixo do limite de detecção analítica.

Foi citado que os maiores resultados de ferro em PZ-06 estão intimamente ligados às concentrações encontradas nos meses de março e junho/03, e que, além de PZ-06 também o poço PZ-14

apresentou resultados mais altos no ano. Foi observado que, apesar disso, há evidência de que a contribuição de ferro para o aquífero não deve ser proveniente do aterro, uma vez que nos demais meses os resultados foram relativamente menores. Depois de PZ-14 e PZ-06, o poço PZ-02, a montante, foi o que apresentou os maiores resultados de ferro total, indicando ser a contribuição desse elemento proveniente dos solos da região. Foi observado ainda que o poço PZ-06 está localizado próximo das Usinas e do pátio de estocagem havendo indício de contribuição de ferro nos subsolos, mas que isso não poderia ser encarado como problema, pelo fato de não ser metal pesado e não causar toxicidade à água, mesmo quando em grandes concentrações.

- *MANGANÊS TOTAL*

Foi observado que os dados históricos de manganês sempre foram muito baixos na região e que nas primeiras campanhas do ano este metal ficou sempre abaixo do limite de detecção pela metodologia analítica adotada. Os resultados de manganês tenderam em geral a baixos teores, com grande frequência de resultados não detectáveis.

- *NITROGÊNIO NÍTRICO (NITRATOS)*

Foi observado que a forma mais comum do nitrogênio em poços é o nítrico, que corresponde à parcela de nitrato, que costuma ser a forma mais abundante na maioria dos ambientes bem oxigenados. Foi observado ainda que ao longo do monitoramento esse nutriente vem mostrando variação em uma faixa extensa, causada principalmente pela alteração do ciclo hidrológico, particularmente pela presença de chuvas ou não, sendo que geralmente os valores são maiores nos período de chuva e mais baixos na seca.

Foi observado que em 2003 esta tendência geral não foi observada, sendo que os resultados de nitrogênio nítrico nas últimas campanhas do ano apresentaram resultados bem menores, indicando condições redutoras nesse período.

Foi concluído que não ocorre contribuição de nitrogênio ou de matéria orgânica na área do aterro.

- *NITROGÊNIO NITROSO (NITRITOS)*

Os poços PZ-14, PZ-15 e PZ-16, localizados a jusante do aterro, apresentaram os menores resultados de nitrogênio nitroso, que corresponde ao nitrito na água, que é a forma intermediária entre a amônia e o nitrato. Foi observado que a prevalência do nitrogênio nos poços em nitrato só é revertida em casos de contribuição de carga orgânica, principalmente nos meses de chuvas, justificando que os resultados tendem a ser maiores nos meses de dezembro e março e algumas vezes em setembro, quando as chuvas iniciam mais cedo.

- *pH*

O pH das águas subterrâneas da região sempre apresenta resultados fortemente ácidos devido ao reduzido teor de calcário dos solos. Apesar dos resultados serem muito próximos em todos os poços ao longo dos meses de amostragem, observa-se que ocorrem algumas diferenças entre os poços que se repetem a cada ano. Foi observado que as diferenças de pH nos poços não estão relacionadas com o aterro, pois os poços com resultados mais parecidos foram PZ-03, PZ-14 e PZ-16, seguidos dos poços PZ-02 e PZ-15, a jusante, cujos resultados foram mais altos do que os dos demais poços.

Foi indicado que o pH das águas do aquífero são característicos do tipo de solo, dependendo da mancha de solo do terreno onde estiver o poço.

- *SULFATOS*

Através da análise de resultados de monitoramentos em anos anteriores, foi observado que a partir de maio/96 estes compostos apresentaram um aumento geral no aquífero, estabilizando-se apenas após a supressão do uso da região do sulfato de alumínio no tratamento da água da ETEI e que o poço PZ-06 passou a apresentar menores resultados do que no histórico de dados, antes fortemente influenciado pela contribuição proveniente das águas de recarga da Barragem Norte. Foi observado ainda que em alguns meses a recarga a partir da Barragem Norte é mais presente e provoca maior variação dos resultados de sulfatos no aquífero, com aumento de concentrações em PZ-06.

- *ZINCO*

Foi observado que o zinco é um metal que ocorre com grande frequência nos solos e também não está associado ao empreendimento da Samarco, e que, apesar da abundância no meio ambiente, observa-se que nos resultados históricos o zinco nunca apresentou valores elevados na área industrial da Samarco, sendo a grande maioria dos resultados encontrados em teores não detectáveis. Foi concluído que este padrão de resultados aponta a ausência de contaminação dos aquíferos da região pelo zinco e que durante 2003 não ocorreram resultados que possam ser considerados altos em nenhum dos pontos de amostragem.

A seguir, são apresentados resultados das análises das diferenças, para diferentes parâmetros, entre PZ-01 (montante da área), PZ-04 (montante da Bacia de Polpa) e PZ-07 (jusante da Bacia de Polpa)

♦ ***DIFERENÇAS ENTRE PZ-01 (MONTANTE DA ÁREA), PZ-04 (MONTANTE DA BACIA DE POLPA) E PZ-07 (JUSANTE DA BACIA DE POLPA).***

Foi citado que a comparação entre os resultados destes dois poços, PZ-04, localizado a montante da bacia de polpa, e PZ-07, a jusante, visou inferir sobre possíveis impactos causados por recarga a partir da bacia sobre as águas subterrâneas da região. Como PZ-01 é o poço de montante de todo o terreno, foi usado para comparação com os resultados dos poços de jusante, servindo para avaliar se os resultados de PZ-04, apesar de estar a montante da bacia de polpa, não estão acima dos resultados.

- *ALUMÍNIO*

A média dos resultados de alumínio em PZ-01 foi de 8,78 mg/L, enquanto em PZ-04 foi de 6,96 mg/L, mostrando que ocorreu aumento dos teores de alumínio nesse ponto a montante da bacia de polpa. Foi observado que os maiores resultados de alumínio no poço a montante da bacia de polpa foram provavelmente causados pela contribuição do tipo de solo, pois não há nenhuma instalação do empreendimento nas imediações que justifique aumento nos teores desse metal.

- COBRE TOTAL

Foi observado nos resultados obtidos em cada mês que ocorreram menores resultados em PZ-01 e PZ-04 do que em PZ-07 e que estes dados demonstram que ao longo do ano de 2003 ocorreram, tendencialmente, maiores teores de cobre a jusante da bacia de polpa, o que deveria ser investigado com atenção, por não ser o cobre insumo da produção da Samarco e não haver motivo para estar presente no material depositado nessa bacia de decantação.

- CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade apresentou ao longo de 2003 resultados muito parecidos com o histórico de dados do monitoramento dos poços. Foram encontrados neste ano resultados muito parecidos, sem grande variação, mantendo os valores de condutividade das águas em uma faixa muito próxima, com valores comuns em aquíferos. Foi observado que em PZ-07 há tendência de resultados muito mais altos do que em PZ-04, que por sua vez também mostra resultados tendencialmente mais altos que em PZ-01. Foi observado ainda que este padrão era mais ou menos esperado, por ocorrer aumento da contribuição de sais para o aquífero à medida que se desce no nível do terreno.

- FENÓIS

Em relação aos fenóis, foi observado que ocorreram resultados muito mais baixos em PZ-01 do que em PZ-04 e PZ-07, cujos resultados foram parecidos. Foi concluído que os maiores resultados de fenóis nos poços de jusante poderiam ser explicados pela contribuição dos solos que é cada vez maior à medida que diminui o nível do terreno.

- FERRO TOTAL

Os resultados relativos ao parâmetro ferro total foram muito mais baixos em PZ-07 e PZ-04 do que em PZ-01. Esses dados mostram que o ferro tende a valores mais altos no terreno natural a montante do empreendimento da Samarco, do que a jusante, na área diretamente influenciada. Foi ressaltado que o ferro é o principal insumo utilizado pela Samarco, sendo a maior parte do material depositado na bacia de polpa.

Foi observado que os dados em PZ-04 e PZ-07, a jusante da bacia de polpa, são comparáveis aos dados dos poços PZ-06, PZ-14 e PZ-16, apontando que também são altos os teores de ferro nesta região do terreno, embora inferiores aos resultados relativos ao ponto situado a montante da área, PZ-01. Foi observado ainda que isto não pode ser encarado como um problema ambiental, pelo fato do ferro não ser metal pesado e não causar toxicidade à água, mesmo quando em grandes concentrações. Foi observado ainda que a ocorrência em altos teores mesmo no poço a montante da área mostrou que a contribuição de ferro para o subsolo é natural na área, sendo grande parte do ferro no aquífero originada dos solos.

- MANGANÊS TOTAL

Foi observado que os dados históricos de manganês nos três pontos de amostragem podem ser considerados baixos. Embora em PZ-07 os valores serem em média mais altos do que em PZ-04, o que indicaria contribuição nesta parte do terreno a jusante da bacia de polpa, os valores são inferiores aos encontrados em PZ-01, localizado a montante da região do empreendimento da

Samarco. Foi concluído, desta forma, que não havia indício de problemas relacionados ao manganês.

- *NITROGÊNIO NÍTRICO (NITRATOS)*

A média dos valores de nitrogênio nítrico em PZ-01 foi de 2,23 mg/L, enquanto que em PZ-04 foi de 0,98 mg/L e em PZ-07 1,23 mg/L, indicando que ocorre maior oxigenação da água do aquífero no ponto a montante da área da Samarco do que a jusante. Considerando as concentrações de nitratos normalmente encontradas em águas subterrâneas, foi concluído que nos poços PZ-04 e PZ-07 os teores encontrados estavam dentro da faixa considerada normal, típica de ambientes não contaminados.

- *NITROGÊNIO NITROSO (NITRITOS)*

As médias em PZ-01, PZ-04 e PZ-07 foram 0,005 mg/L, 0,004 mg/L e 0,003 mg/L, respectivamente. Como os resultados de nitrogênio nitroso foram mais altos em PZ-04 do que em PZ-07, foi concluído que não ocorria contribuição de matéria orgânica a partir da bacia de polpa.

- *pH*

Foi observado que os valores de pH das águas subterrâneas da região sempre foram muito ácidos, como apresentados nos três poços em 2003. Foi concluído que os menores resultados de pH no ponto a montante da área da Samarco devem estar associados ao tipo do solo da região. As diferenças de valores observados nos três pontos foram pequenas.

- *SULFATOS*

Os resultados médios relativos aos sulfatos em PZ-07, 53,0 mg/L, foram muito mais altos do que em PZ-04, 16,3 mg/L. Foi concluído que a bacia de polpa contribui com sulfatos para o aquífero próximo, provavelmente por recarga. Foi observado ainda que após a supressão do uso do sulfato de alumínio no tratamento da água da ETEI os teores de sulfato na Barragem Norte e na bacia de polpa passaram a ser menores, mas que existe enxofre na água desses ambientes, que deve atingir o aquífero nas proximidades. Em PZ-01, cujos resultados foram mais próximos de PZ-04, a média foi menor, 8,80 mg/L.

- *ZINCO*

O zinco também apresentou resultados mais altos em PZ-07 do que em PZ-04, com indicação de contribuição desse metal a partir da bacia de polpa. A média de concentrações de zinco para PZ-07 foi de 0,044 mg/L enquanto que para PZ-04 foi de 0,039 mg/L. Em PZ-01, a média de resultados de zinco foi de 0,45 mg/L, bem acima da média histórica do monitoramento. Foi afirmado que essa média foi devida ao resultado obtido no mês de dezembro/03, de 1,51 mg/L, inexplicado, que foi considerado anômalo, podendo ser descartado.

A seguir, são apresentados resultados das análises das diferenças, para diferentes parâmetros, entre PZ-01, a montante do antigo depósito de resíduos industriais (fazenda) e PZ-05, PZ-08 e PZ-09, a jusante :

♦ **DIFERENÇAS DE RESULTADOS ENTRE PZ-01, A MONTANTE DO ANTIGO DEPÓSITO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E PZ-05, PZ-08 E PZ-09 A JUSANTE (OS TRÊS MUITO PRÓXIMOS)**

Os poços PZ-05, PZ-08 e PZ-09 estão situados, muito próximos, a jusante da antiga área do depósito de resíduos industriais. Os seus resultados foram comparados com os relativos a PZ-01, localizado a montante dessa área e de todo o empreendimento da Samarco.

- **ALUMÍNIO**

A menor média de resultados foi encontrada no poço PZ-05, com 3,76 mg/L, contra 8,78 mg/L em PZ-01, 6,85 mg/L em PZ-08 e 7,16 mg/L em PZ-09. Foi observado que estes valores mostram que ocorre contribuição de alumínio para o poço PZ-09, que deve ser acompanhada, pelo fato dos poços PZ-05, PZ-08 e PZ-09 serem localizados muito próximos. Foi observado ainda que, caso houvesse contribuição a partir do antigo depósito de resíduos para o poço PZ-09 esta deveria se estender também aos demais poços.

Como citado anteriormente, o alumínio foi durante muito tempo utilizado como sulfato de alumínio no tratamento da ETEI, mas foi suprimido posteriormente. Foi ressaltado que este poço fica localizado mais afastado da Barragem Norte e por este motivo o alumínio não deve ser originado desta. Foi observado que os resultados relativos ao alumínio, embora altos, não causam danos para o meio ambiente, por este metal não ser tóxico e não representar risco ambiental.

- **COBRE TOTAL**

Foram obtidas médias abaixo de 0,02 mg/L em todos os poços, à exceção apenas de PZ-09, no qual foi encontrada média detectável igual a 0,15 mg/L. Foi citado que, contudo, mesmo em PZ-09 os resultados de cobre podem ser considerados baixos e não problemáticos para o meio ambiente. Foi observado que, um modo geral, ao longo do monitoramento o cobre tem apresentado resultados intimamente ligados aos solos da região, com ocorrência bastante homogênea, tanto a montante quanto a jusante do empreendimento e que na maioria das vezes não tem sido detectado pela metodologia analítica adotada, indicando a inexistência de relação direta com o empreendimento.

- **CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

Foi verificado que a condutividade elétrica nos três poços a jusante do antigo depósito de resíduos apresenta resultados variáveis, com média de 139,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em PZ-05, de 122,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em PZ-08 e de 126,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em PZ-09. O poço PZ-01 apresentou média de 105,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, foi mais baixa do que nos demais poços.

Foi observado que a maior condutividade elétrica em PZ-08 não poderia ser explicada. Devido à proximidade dos poços, os resultados de condutividade dos poços PZ-05, PZ-08 e PZ-09, deveriam ser mais próximos pela lixiviação dos solos do antigo depósito de resíduos por igual até esses poços. Foi observado ainda que a grande diferença em PZ-05 não deve estar associada com contaminação, mas com diferenças de solo na área adjacente ao poço perfurado.

- FENÓIS

As concentrações de fenóis não mostraram ao longo de 2003 grandes diferenças. Foi observado que as médias para fenóis foram muito próximas nos poços PZ-01 e PZ-05, 0,055 e 0,046 mg/L, respectivamente. Considerando que os resultados de montante, em PZ-01, foram semelhantes aos de jusante, em PZ-08 e PZ-09, foi concluído que não havia contribuição de fenol a partir do antigo depósito de rejeito.

- FERRO TOTAL

As concentrações médias em PZ-01, PZ-05, PZ-08 e PZ-09 foram de 11,06 mg/L, 2,24 mg/L, 1,25 mg/L e 2,34 mg/L, respectivamente. Desta forma, foi observado que a média em PZ-01 foi bem superior às demais. Foi concluído que não ocorreu problema de lixiviação associado ao aterro.

- MANGANÊS TOTAL

As médias relativas ao manganês se apresentaram baixas. As médias das concentrações registradas nos diversos poços foram pequenas, sendo 0,06 mg/L em PZ-01, 0,03 mg/L em PZ-05, e 0,01 mg/L em PZ-08 e PZ-09. Desta forma, a média dos resultados em PZ-01 foi maior do que a dos demais poços.

- NITROGÊNIO NÍTRICO (NITRATOS)

Os resultados relativos ao nitrogênio nítrico apresentaram grandes variações em cada poço de monitoramento. As médias de concentrações de nitrogênio nítrico em PZ-01, PZ-05, PZ-08 e PZ-09 foram 2,23 mg/L, 2,50 mg/L, 1,63 mg/L e 1,48 mg/L, respectivamente. O poço PZ-01 apresentou a segunda maior média. Foi concluído que a presença de resultados relativamente altos de nitrogênio nítrico a montante da área do antigo depósito de resíduos indicava lixiviação nos solos nessa área.

- NITROGÊNIO NITROSO (NITRITOS)

O nitrogênio nitroso apresentou a jusante da área do antigo depósito de resíduos resultados em média maiores do que em PZ-01, apontando o aumento da variabilidade e alteração do equilíbrio do ciclo da amônia e nitrato no subsolo. As médias encontradas para estes poços foram de 0,003 mg/L para PZ-01, 0,006 mg/L para PZ-05, 0,005 mg/L para PZ-08 e 0,008 mg/L para PZ-09. Foi concluído que não havia indício de problema associado com o aumento do teor de nitrogênio nitroso a jusante da área.

- pH

O poço PZ-08 apresentou média 4,51, enquanto que o poço PZ-09 apresentou média 4,50. Os resultados de pH foram muito parecidos, sendo concluído que não ocorreu aumento relacionado com contribuição da área do antigo depósito de resíduos.

- SULFATOS

Os resultados, quanto aos sulfatos, não apresentaram ao longo de 2003 grandes diferenças. As médias de concentrações de sulfatos foram muito próximas para alguns poços. As médias para PZ-

01 e PZ-05 foram 8,80 mg/L e 12,3 mg/L, respectivamente. Os poços PZ-08 e PZ-09 apresentaram médias 12,0 mg/L. Foi concluído haver pequena contribuição de sulfatos para o aquífero.

- ZINCO

A média das concentrações de zinco em PZ-01 foi 0,45 mg/L, bem acima do histórico do monitoramento. Foi observado novamente que a média foi devida ao resultado obtido no mês de dezembro, 1,51 mg/L, considerado estatisticamente como um “outlier”, podendo ser descartado.

◆ **DIAGNÓSTICO RELATIVO AO MONITORAMENTO REALIZADO EM 2003**

A seguir são apresentadas as conclusões do referido estudo:

A rede de monitoramento implantada na área do Complexo Industrial de Ponta Ubu permitiu avaliar e acompanhar a qualidade das águas subterrâneas, além de quantificar possíveis contaminações do aquífero devido à disposição de resíduos industriais e de lixo doméstico na superfície do terreno.

As águas do aquífero da região possuem pH com características ácidas, teor significativo de íons e aportes poucos expressivos de metais e nutrientes, mesmo considerando o aumento ocorrido no mês de dezembro de 2003 em quase todos os poços.

Os resultados relativos aos metais apontaram, de maneira geral, para a ausência de contaminação do aquífero nas áreas do depósito de resíduos industriais, na área de disposição de lixo doméstico, na bacia de Polpa e na bacia da lagoa de Ubu.

Foi concluído que nas proximidades da bacia de polpa e da Barragem Norte o aquífero apresentou contribuição a partir das águas superficiais, mais especificamente de sulfatos, alumínio e ferro. Os sulfatos aumentaram em geral em todos os poços, assim como o alumínio, com evidências de contribuição a partir dos solos em todo o terreno.

Foi observado que as concentrações de nutrientes se mantiveram em geral baixas, sendo as variações, ocorridas nas concentrações de nutrientes, aleatórias, não configurando tendência de elevação dos poços a montante para os poços de jusante, qualquer que fosse a posição analisada, mesmo a jusante da área de disposição do lixo doméstico, indicando ausência de enriquecimento orgânico para o subsolo nos trechos em estudo.

Concluiu-se também que os teores de ferro total no subsolo poderiam ser considerados baixos devido ao fato de que os resultados para este metal foram sempre muito próximos em todos os poços.