




**RELATÓRIO DA CAMPANHA DE MONITORAMENTO
DA QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA
NO MÊS DE JANEIRO/2017 E ANÁLISE QUÍMICA
DAS PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO
EM BARRA LONGA-MG**

RTC170037

Barra Longa - MG
Fevereiro de 2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MONITORAMENTO AMBIENTAL EM BARRA LONGA.....	4
3. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR	7
4. RESULTADOS DO MONITORAMENTO AMBIENTAL.....	9
4.1. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS MEDIÇÕES DOS POLUENTES	9
4.2. ANÁLISE DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR.....	17
4.3. ANÁLISE DA VARIAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DAS MEDIÇÕES DOS POLUENTES.....	19
4.4. ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DOS POLUENTES E DIREÇÃO DO VENTO.....	21
4.5. ANÁLISE DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	22
5. ATIVIDADES TÉCNICAS E OPERACIONAIS REALIZADAS NA ESTAÇÃO	26
5.1. ANALISADOR DE MATERIAL PARTICULADO BAM-1020 PTS.....	26
5.2. ANALISADOR DE MATERIAL PARTICULADO BAM-1020 PM ₁₀	26
5.3. ANALISADOR DE MATERIAL PARTICULADO BAM-1020 PM _{2,5}	27
5.4. SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO 024A (DV).....	27
5.5. SENSOR DE VELOCIDADE DO VENTO 014A (VV)	27
5.6. SENSOR DE UMIDADE RELATIVA E TEMPERATURA DO AR 083E (UR E TA)	28
5.7. SENSOR DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA 370 (PP)	28
6. DISPONIBILIDADE DE DADOS DA ESTAÇÃO	29
7. ANÁLISE QUÍMICA DAS PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO	30
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
9. EQUIPE TÉCNICA.....	40
10. REFERÊNCIAS	41
ANEXO A - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO DOS SENSORES METEOROLÓGICOS	42
ANEXO B - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO DOS ANALISADORES DE PARTICULADO	48
ANEXO C – DADOS DE QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA DA ESTAÇÃO.....	53
ANEXO D – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA LIMPEZA E CAPINA EM TORNO DA ESTAÇÃO	76
ANEXO E – ORDEM DE SERVIÇO DA LIMPEZA E CAPINA EM TORNO DA ESTAÇÃO.....	78
ANEXO F – ARQUIVOS DE SAÍDA DO MODELO CMB	79
ANEXO G – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DA BALANÇA ANALÍTICA	81
ANEXO H – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	83



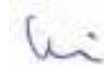
1. INTRODUÇÃO

Em novembro de 2015, o rompimento da barragem de rejeito de mineração em Mariana-MG (Fundão) afetou as localidades à jusante da barragem. O município de Barra Longa-MG, situado acerca de 60 quilômetros de Mariana-MG, foi um dos mais atingidos e, desde então, iniciou-se intenso trabalho de restauração e reconstrução da cidade, com movimentação de máquinas e veículos para a execução das atividades. Por esse motivo, uma das ações adotadas pela Fundação Renova consiste no monitoramento da qualidade do ar em Barra Longa, por meio da estação móvel automatizada de monitoramento ambiental, propiciando o acompanhamento dos níveis de concentração de material particulado (partículas totais em suspensão, partículas inaláveis e partículas respiráveis) e das condições meteorológicas de superfície na região.

O monitoramento de partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (PM_{10}) e condições meteorológicas de superfície pela EcoSoft Consultoria e Softwares Ambientais foi iniciado no dia 18/02/2016. O monitoramento de partículas respiráveis ($PM_{2,5}$) foi iniciado no dia 16/05/2016, conforme aditivo contratual. Nesta mesma data foi realizada a instalação e inicialização operacional dos coletores de amostras de PTS (equipamento E-Sampler Met One) para determinação da constituição química do material particulado coletado a ser realizada no laboratório Elemental Analysis Inc, situado nos EUA.

Portanto, este relatório apresenta as análises dos dados dos parâmetros monitorados, com as representações gráficas e estatísticas de suas medições contínuas e as atividades técnicas realizadas nos equipamentos no período de 01/01/2017 a 31/01/2017.

Além dos resultados do monitoramento contínuo de PTS, PM_{10} , $PM_{2,5}$ e meteorologia, em atendimento à solicitação da Fundação Renova, este relatório apresenta adicionalmente no Capítulo 7 uma discussão dos resultados acerca das análises químicas das amostras de PTS coletadas em Barra Longa durante o período de maio a novembro de 2016. As análises da composição química das partículas foram realizadas pelo laboratório Elemental Analysis (EUA), utilizando o método PIXE.



2. MONITORAMENTO AMBIENTAL EM BARRA LONGA

A estação móvel de monitoramento ambiental da EcoSoft instalada em Barra Longa-MG é totalmente automatizada e realiza medição 24 horas por dia das concentrações de partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, partículas respiráveis na atmosfera e condições meteorológicas de superfície.

As médias horárias dos parâmetros monitorados são armazenadas na estação e também enviadas automaticamente para o banco de dados do SIA-Atmos da EcoSoft e da Samarco.

Os dados de qualidade do ar e meteorologia gerados pela estação móvel de monitoramento ambiental instalada em Barra Longa-MG, de 01/01/2017 a 31/01/2017 são apresentados no Anexo C deste relatório.

Quanto ao serviço de coleta de amostras de PTS para análise química, cujos últimos filtros (nona campanha) foram coletados no dia 17/11/2016, ressalta-se que, apesar do escopo contratual prever a instalação de apenas um equipamento coletor, foi adotada pela EcoSoft a estratégia de utilização de dois coletores similares simultaneamente. Tal ação, visou minimizar riscos de comprometimento da amostragem devido à ocorrência de desvios na condição/metodologia determinada (amostragem em fluxo contínuo de 2 L/min por período médio de 15 dias), ocasionada por eventual falha operacional do equipamento.

Outro objetivo da estratégia de amostragem simultânea é a utilização de elementos filtrantes distintos quanto à composição (base de nylon e base de celulose), viabilizando análise laboratorial redundante (caso desejável pela Fundação Renova), uma vez que ambos são adequados e aplicáveis para a análise química a ser realizada. Desta forma, em um coletor foi instalado o elemento filtrante *Nylon Membrane Filter, 1.00 µm, 47 mm* (SF14528) e no outro coletor foi instalado o elemento filtrante *Plain Mixed Cellulose Ester MCE Membrane Filter, 0.80 µm, 47 mm* (SF14631), devidamente desumidificados e identificados.

A Figura 2.1 apresenta a localização da estação móvel de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia instalada em Barra Longa-MG.

A Tabela 2.1 apresenta os parâmetros monitorados pela estação móvel de monitoramento ambiental instalada em Barra Longa-MG e suas respectivas metodologias de medição. Destaca-se que todos os instrumentos e métodos de medição empregados na estação de são homologados e aprovados pelas principais agências ambientais no mundo.



Figura 2.1 – Localização da Estação Móvel de Monitoramento em Barra Longa, MG



Legenda:

⊙ Estação de Monitoramento Ambiental

Coordenadas da Estação:

Latitude: -20.282569°

Longitude: -43.040342°

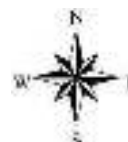


Tabela 2.1 – Parâmetros Monitorados pela Estação Móvel Automatizada de Monitoramento Ambiental

Parâmetro Monitorado	Metodologia de Medição	Equipamento Utilizado
Partículas Totais em Suspensão	Absorção de raios beta	Analizador Met One BAM-1020
Partículas Inaláveis (< 10 µm)	Absorção de raios beta	Analizador Met One BAM-1020
Partículas Respiráveis (< 2,5 µm)	Absorção de raios beta	Analizador Met One BAM-1020
Velocidade Escalar do Vento	Anemômetro de conchas	Sensor Met One 014A
Direção Escalar do Vento	Biruta com pá balanceada	Sensor Met One 024A
Temperatura do Ar	Termistor	Sensor Met One 083E
Umidade Relativa do Ar	Capacitor variável	Sensor Met One 083E
Precipitação Pluviométrica	Pluviômetro de gangorra	Sensor Met One 370

Wi

Nos dias 05 e 06/10/2016 foi realizada a substituição do *container* da estação por outro mais compacto. Não houve troca dos equipamentos de monitoramento ambiental. O novo *container* foi instalado no mesmo local e as sondas de coleta das amostras dos analisadores de material particulado permaneceram posicionadas no teto da estação considerando a altura do ponto de coleta do antigo *container* em relação ao solo, conforme Fotografia 2.1.

Fotografia 2.1 - Sondas de amostragem dos analisadores de material particulado instalados no container compacto em Barra Longa-MG



hi

3. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

A qualidade do ar de uma região é o resultado de um sistema complexo. A emissão de contaminantes atmosféricos por fontes fixas e móveis, locais e distantes, juntamente com as condições físicas e meteorológicas dessa região, determinam as concentrações dos poluentes no ar.

Com o intuito de estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar válidas para todo o território nacional, conforme previsto na lei nº 6.938/1981, foi instituído o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR pela Resolução CONAMA nº 05/1989, fornecendo definições e diretrizes para prevenção e gerenciamento.

Com base nesta norma foi editada, em 28/06/1990, a Resolução CONAMA nº 03 que estabelece padrões de qualidade do ar, métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos e níveis de qualidade atinentes a um plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar, visando providências dos governos estaduais e municipais, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde pública.

A Resolução CONAMA nº 03/1990 estabelece também que: *“Enquanto cada Estado não definir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, subitem 2.3, da Resolução CONAMA nº 05/1989, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos nesta resolução”*. Desta forma, na área de estudo, considerou-se a aplicação dos padrões primários de qualidade do ar.

A Tabela 3.1 apresenta os padrões de qualidade do ar primários e secundários para partículas inaláveis (PM₁₀) e partículas totais em suspensão (PTS), definidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990.

Tabela 3.1 – Padrões de Qualidade do Ar para PTS e PM₁₀ - Resolução CONAMA nº 03/1990

Poluente	Padrão Primário ^a		Padrão Secundário ^b	
	Concentração (µg/m³)	Referência Temporal	Concentração (µg/m³)	Referência Temporal
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	80 ^c	1 ano	60 ^c	1 ano
	240	24 horas	150	24 horas
Partículas Inaláveis <10 µm (PM ₁₀)	50	1 ano	50	1 ano
	150	24 horas	150	24 horas

Fonte: CONAMA (1990)

Notas:

- Padrão Primário – concentrações que se ultrapassadas poderão afetar a saúde da população;
- Padrão Secundário – concentrações abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população bem como o mínimo dano à fauna e à flora. Em áreas poluídas, podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em metas de longo prazo;
- Média Geométrica.

No Estado de Minas Gerais, previamente à publicação da Resolução CONAMA nº 03/1990, o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) já havia publicado, em 1981, a Deliberação Normativa (DN) COPAM nº 01/1981, estabelecendo padrões de qualidade do ar, definidos nesta norma como concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassadas, poderão causar poluição ou degradação ambiental.

A DN COPAM nº 01/1981 estabelece padrões de qualidade do ar para os poluentes PTS, SO₂, CO e O₃. Os limites e os tempos de média recomendados são idênticos aos padrões primários de qualidade do ar previstos na Resolução CONAMA nº 03/1990.

Para o poluente material particulado menor que 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$), não existe legislação específica na esfera federal, nem no estado de Minas Gerais. Contudo, estados como São Paulo e Espírito Santo já estabeleceram padrões específicos para esse poluente. A estratégia adotada é a definição de metas intermediárias para que, em longo prazo, seja alcançado o padrão preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

As metas intermediárias devem ser obedecidas em três etapas:

- ❑ Meta Intermediária Etapa 1 (MI-1): Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados a partir da publicação do decreto;
- ❑ Meta Intermediária Etapa 2 (MI-2): Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente a MI-1, que entrará em vigor após avaliações realizadas na Etapa 1;
- ❑ Meta Intermediária Etapa 3 (MI-3): Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente a MI-2, que entrará em vigor após avaliações realizadas na Etapa 2.

Atualmente, em São Paulo aplica-se a meta intermediária MI-1. No Espírito Santo não foi estabelecida meta inicial. A Tabela 4.2 apresenta os padrões de qualidade do ar para $\text{PM}_{2,5}$ nesses estados.

Tabela 3.2 – Padrões de Qualidade do Ar para $\text{PM}_{2,5}$ nos Estados de São Paulo e do Espírito Santo

Referência	Tempo de Média	Concentração [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
		Etapa 1 (MI-1)	Etapa 2 (MI-2)	Etapa 3 (MI-3)	Padrão Final (PF) ^b
Decreto SP nº 59.113/2013 (São Paulo)	24 horas	60	50	37	25
	1 ano	20	17	15	10
Decreto ES nº 3463-R/2013 (Espírito Santo)	24 horas	-- ^a	50	37	25
	1 ano	-- ^a	20	15	10

Notas:

- a. Sem meta inicial;
- b. Valores correspondentes às Diretrizes de Qualidade do Ar da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005).

A *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) estabelece padrões de qualidade do ar para os poluentes considerados nocivos à saúde pública e ao ambiente, incluindo o $\text{PM}_{2,5}$, conforme mostra a Tabela 4.3.

Tabela 3.3 – Padrões de Qualidade do Ar da USEPA para $\text{PM}_{2,5}$

Tipo de Padrão	Tempo de Média	Concentração [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Observação
Primário e Secundário	24 horas	35	Percentil 98, durante 3 anos
Primário ^a	1 ano	12	Média anual, durante 3 anos
Secundário ^b	1 ano	15	Média anual, durante 3 anos

Notas:

- a. Padrões primários proporcionam a proteção da saúde pública, incluindo a proteção da saúde das populações "sensíveis", tais como os asmáticos, crianças e idosos;
- b. Padrões secundários proporcionam a proteção do bem-estar público, incluindo a proteção contra a diminuição da visibilidade e danos aos animais, áreas de cultivo, vegetação e construções.

A *European Commission* (EC) estabelece o valor limite de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para a concentração média anual de $\text{PM}_{2,5}$, em vigor no território europeu desde 01/01/2015. Observa-se que o valor estabelecido pela EC é menos restritivo que os padrões estabelecidos pelos decretos estaduais de São Paulo e Espírito Santo e também pela USEPA.

4. RESULTADOS DO MONITORAMENTO AMBIENTAL

As análises gráficas e estatísticas apresentadas neste relatório foram feitas utilizando os dados de monitoramento gerados no horário de Brasília, mas **não** consideram o horário de verão do Brasil, iniciado no dia 16/10/2016.

A Tabela 4.1 apresenta o resumo descritivo com as análises estatísticas das concentrações médias horárias de PM_{2,5}, PM₁₀ e PTS medidas pela estação de monitoramento em Barra Longa-MG de 01/01/2017 a 31/01/2017.

Tabela 4.1 – Resumo Estatístico das Médias Horárias de PM_{2,5}, PM₁₀ e PTS - Estação Barra Longa, MG - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017

Estatística	PM _{2,5}	PM ₁₀	PTS
Mínimo [µg/m³]	1	1	8
Máximo [µg/m³]	58	99	337
Desvio Padrão [µg/m³]	5	16	51
Média Aritmética [µg/m³]	5	22	64
Média Geométrica [µg/m³]	3	17	49
Primeiro Quartil [µg/m³]	2	10	28
Mediana [µg/m³]	4	18	47
Terceiro Quartil [µg/m³]	6	30	85
Percentual Reg. Válidos [%]	87,8	88,8	88,2

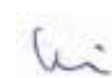
Nota: Início do monitoramento do PM_{2,5} no dia 16/05/2016.

4.1. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS MEDIÇÕES DOS POLUENTES

As análises apresentadas nesta seção objetivam a verificação da qualidade dos dados gerados pela estação de monitoramento em Barra Longa-MG, bem como a identificação da adequação das concentrações de poluentes atmosféricos PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} registradas na região em relação aos padrões de qualidade do ar vigentes. Para tanto, foram utilizados dados horários de 01/01/2017 a 31/01/2017 e médias aritméticas simples de 24 horas, compatíveis com a referência temporal estabelecida pela Resolução CONAMA nº 03/1990.

Nota: conforme descrito no item 5 deste relatório, das 09:30 às 11:30 e das 13:30 às 15:30 do dia 24/01/2016 houve invalidações de médias de PM_{2,5}, PM₁₀ e PTS devido à condição de interferência local nas medições causada pela atividade de limpeza e capina do terreno ao redor da estação. As invalidações foram realizadas conforme indicação da Fundação Renova, tendo como base as evidências/registros fotográficos e a ordem de serviço emitida pela empresa responsável, apresentados nos Anexos D e E, respectivamente.

As figuras a seguir constituem a representação gráfica dos resultados do monitoramento realizado em Barra Longa-MG no período de 01/01/2017 a 31/01/2017.



4.1.1. Partículas Respiráveis (< 2,5 µm)

Figura 4.1 – Evolução das Concentrações Médias de 24 horas de Partículas Respiráveis (< 2,5 µm) [µg/m³] – Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG

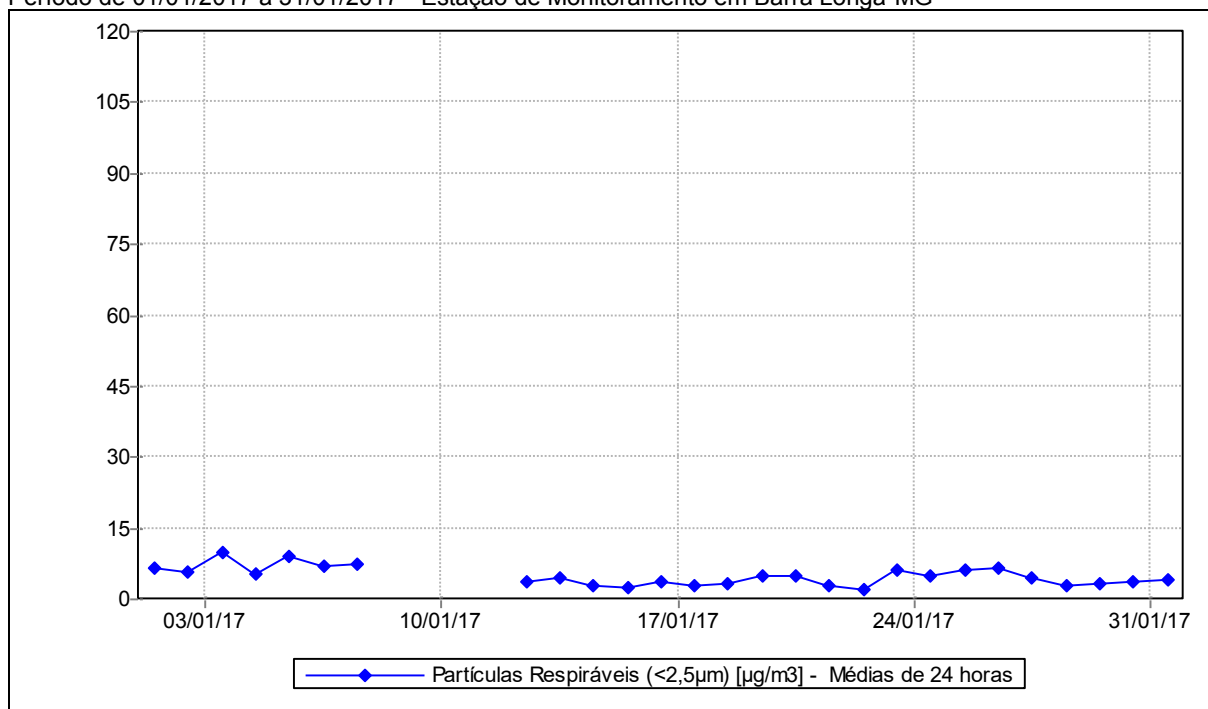
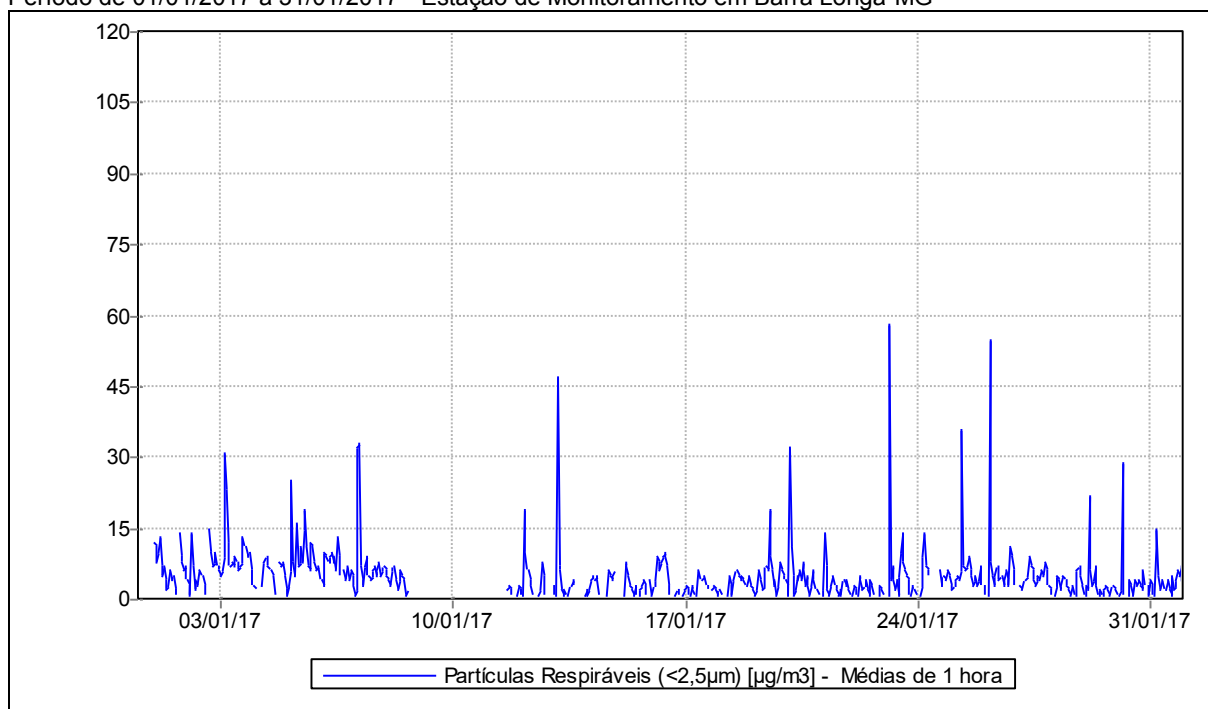
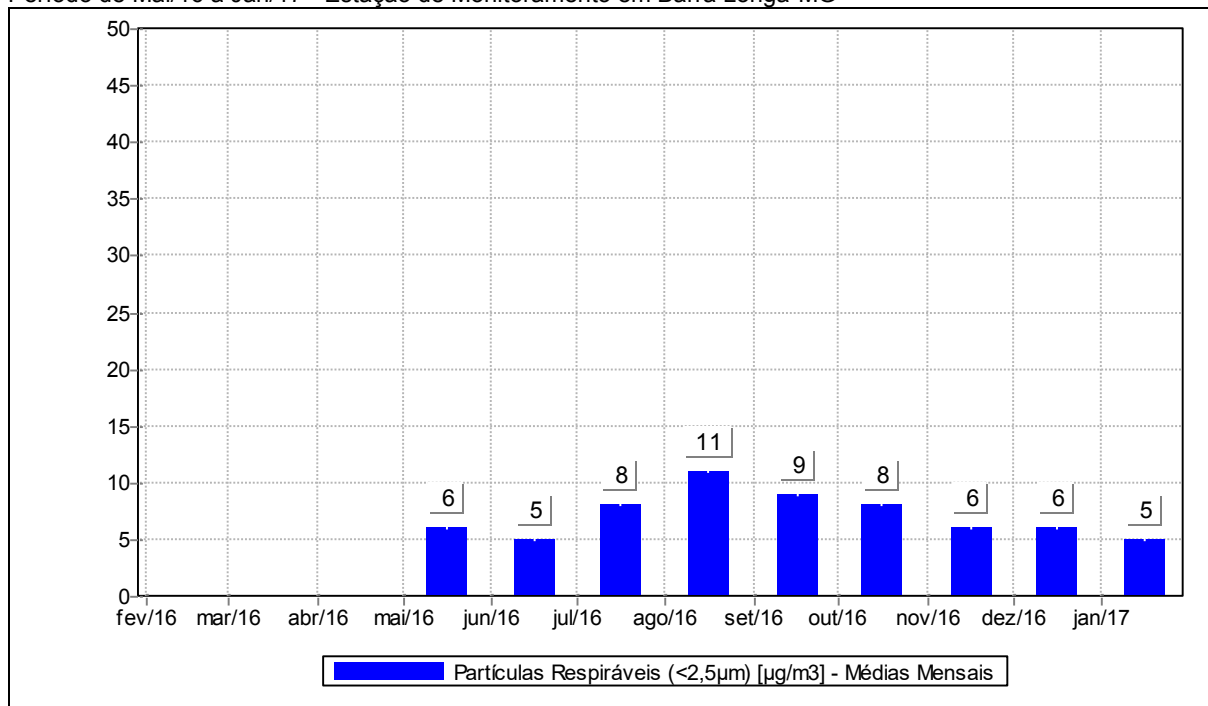


Figura 4.2 – Evolução das Concentrações Médias Horárias de Partículas Respiráveis (< 2,5 µm) [µg/m³] – Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



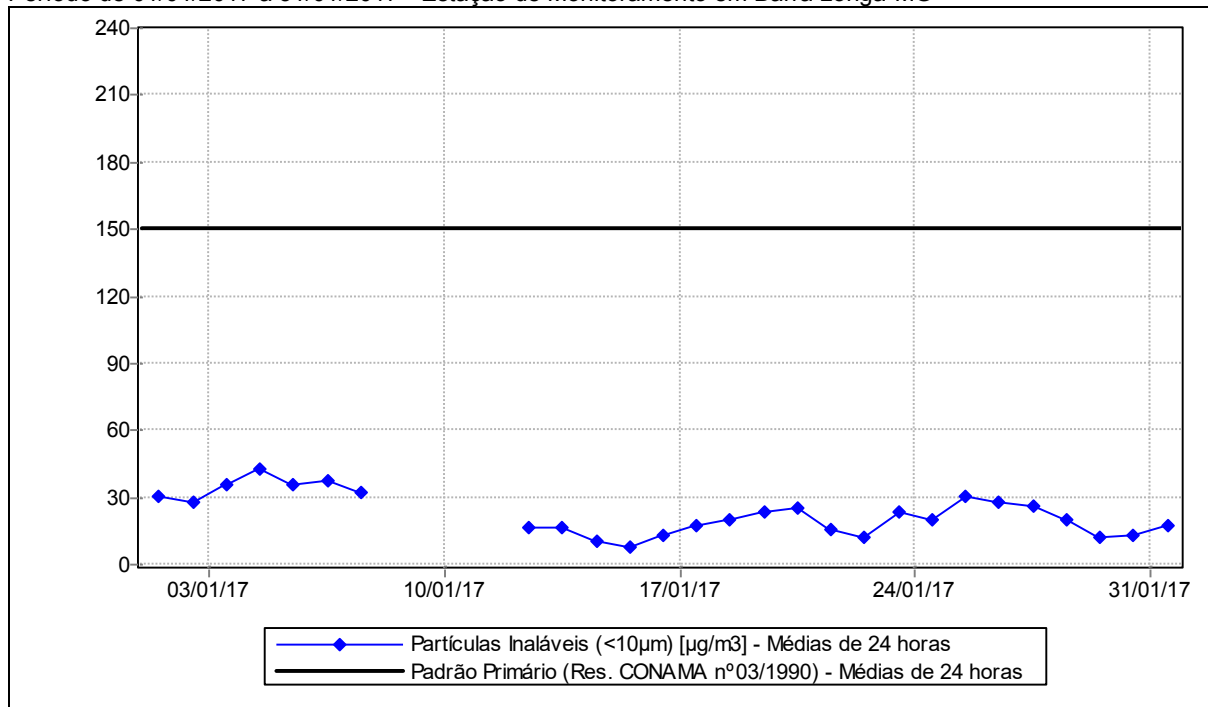
Nota: Os dados de PM_{2,5} foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de PM_{2,5} foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

Figura 4.3 – Evolução das Concentrações Médias Mensais de Partículas Respiráveis ($< 2,5 \mu\text{m}$) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – Período de Mai/16 a Jan/17 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



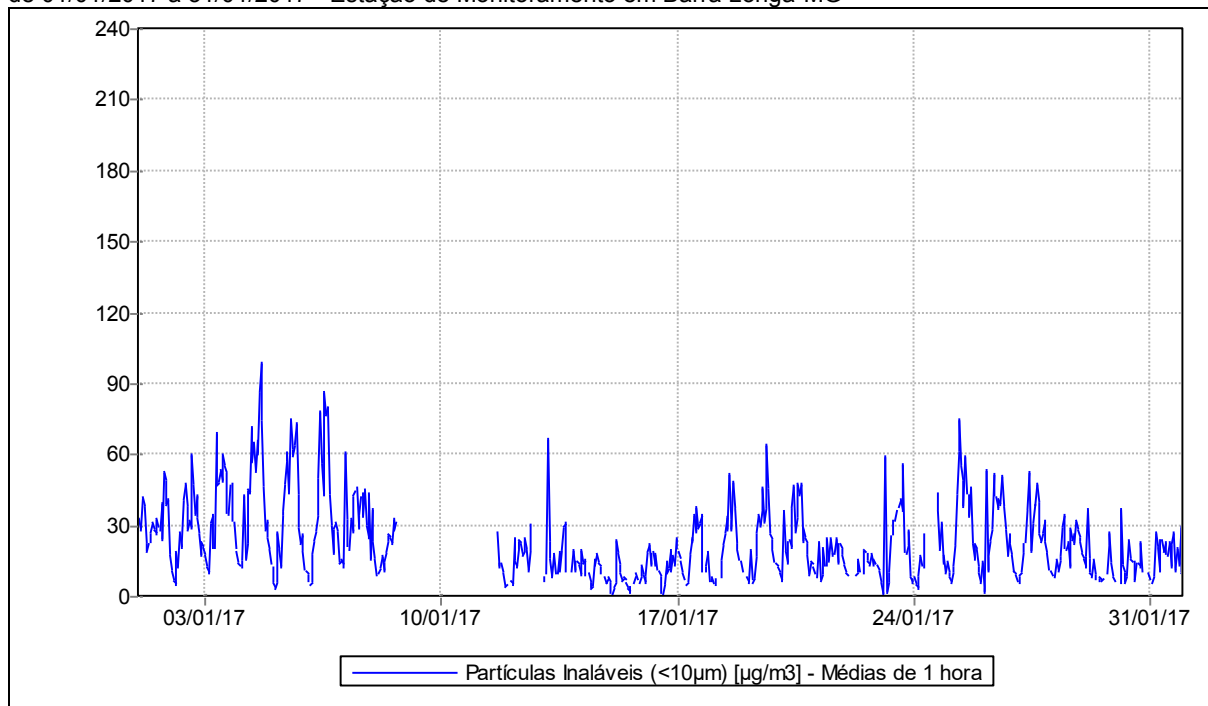
4.1.2. Partículas Inaláveis ($< 10 \mu\text{m}$)

Figura 4.4 – Evolução das Concentrações Médias de 24 horas de Partículas Inaláveis ($< 10 \mu\text{m}$) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



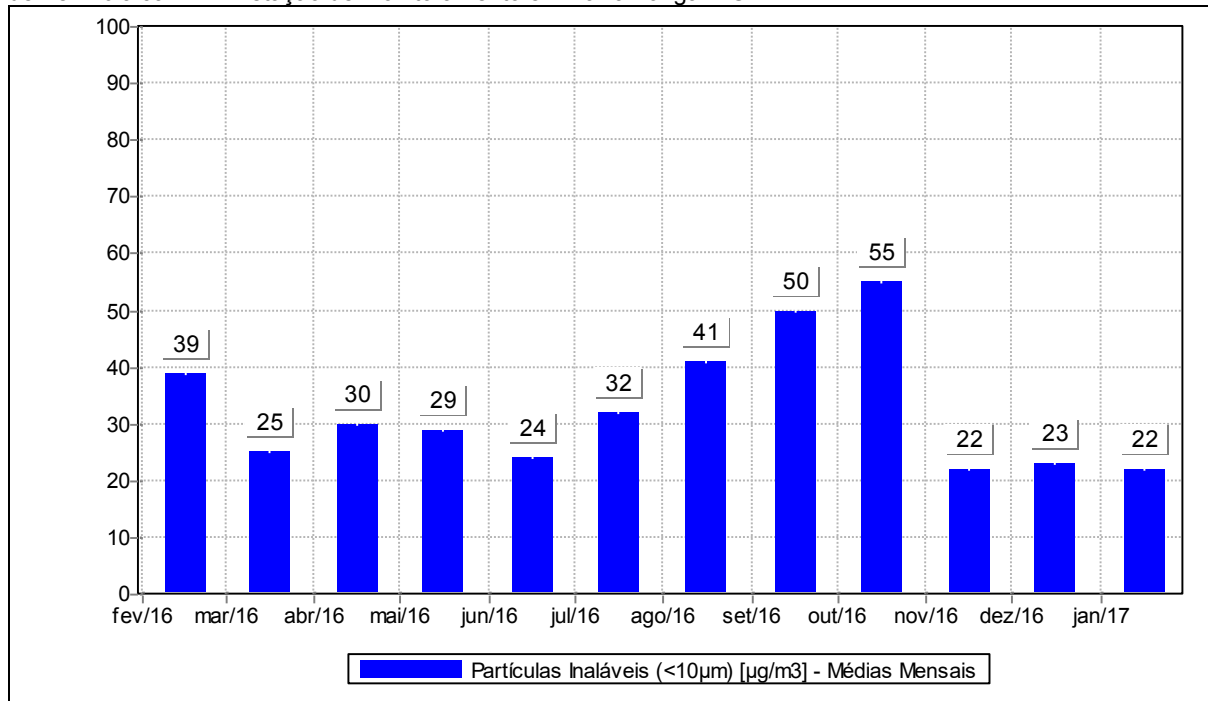
Handwritten signature

Figura 4.5 – Evolução das Concentrações Médias Horárias de Partículas Inaláveis ($< 10 \mu\text{m}$) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



Nota: Os dados de PM_{10} foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de PM_{10} foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

Figura 4.6 – Evolução das Concentrações Médias Mensais de Partículas Inaláveis ($< 10 \mu\text{m}$) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – Período de Fev/16 a Jan/17 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



4.1.3. Partículas Totais em Suspensão

Figura 4.7 – Evolução das Concentrações Médias de 24 horas de Partículas Totais em Suspensão [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG

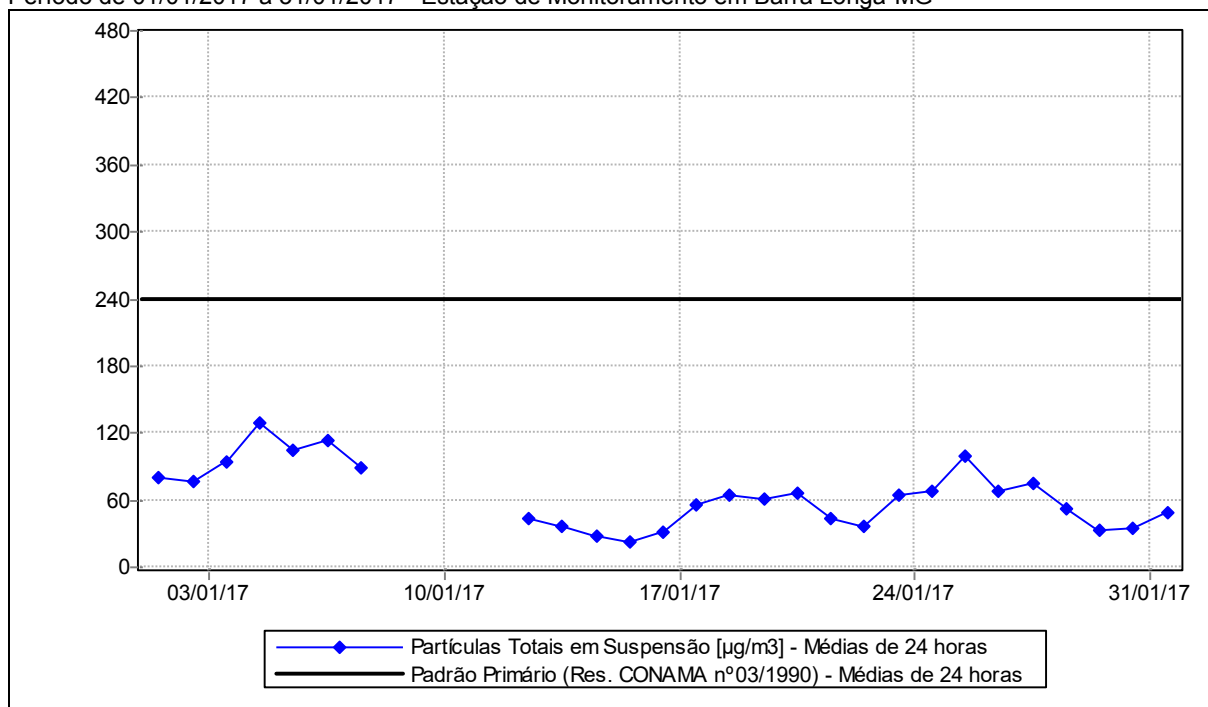
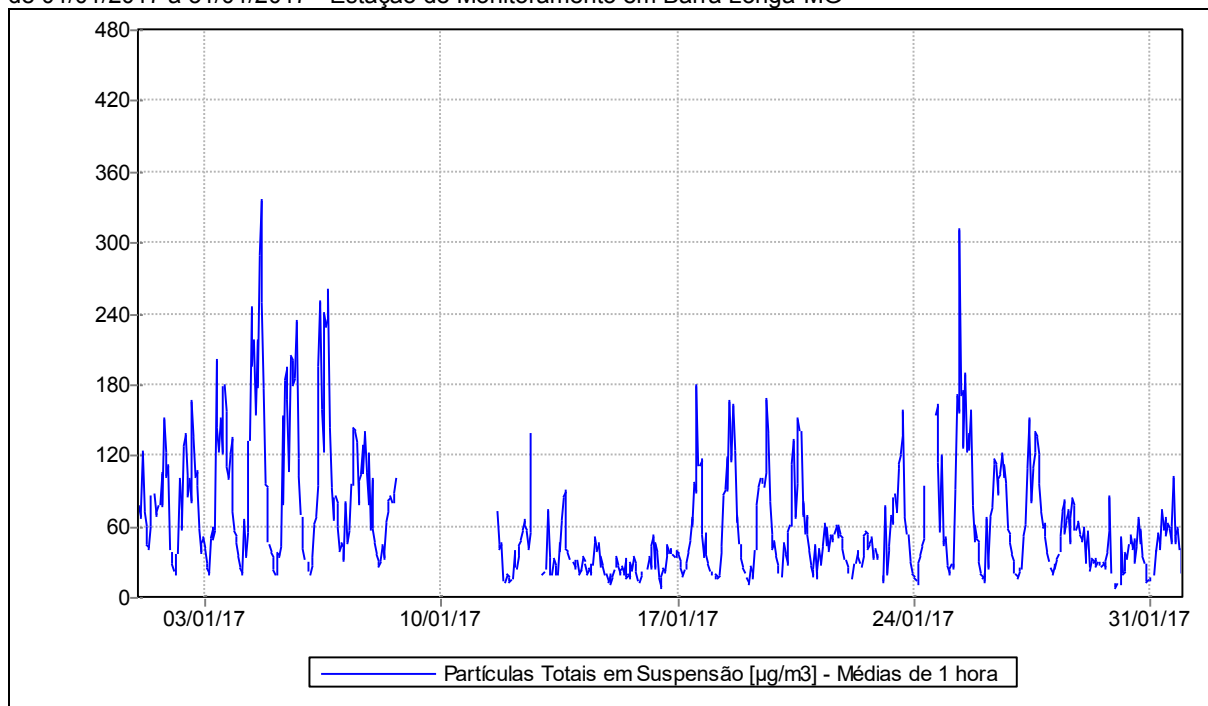
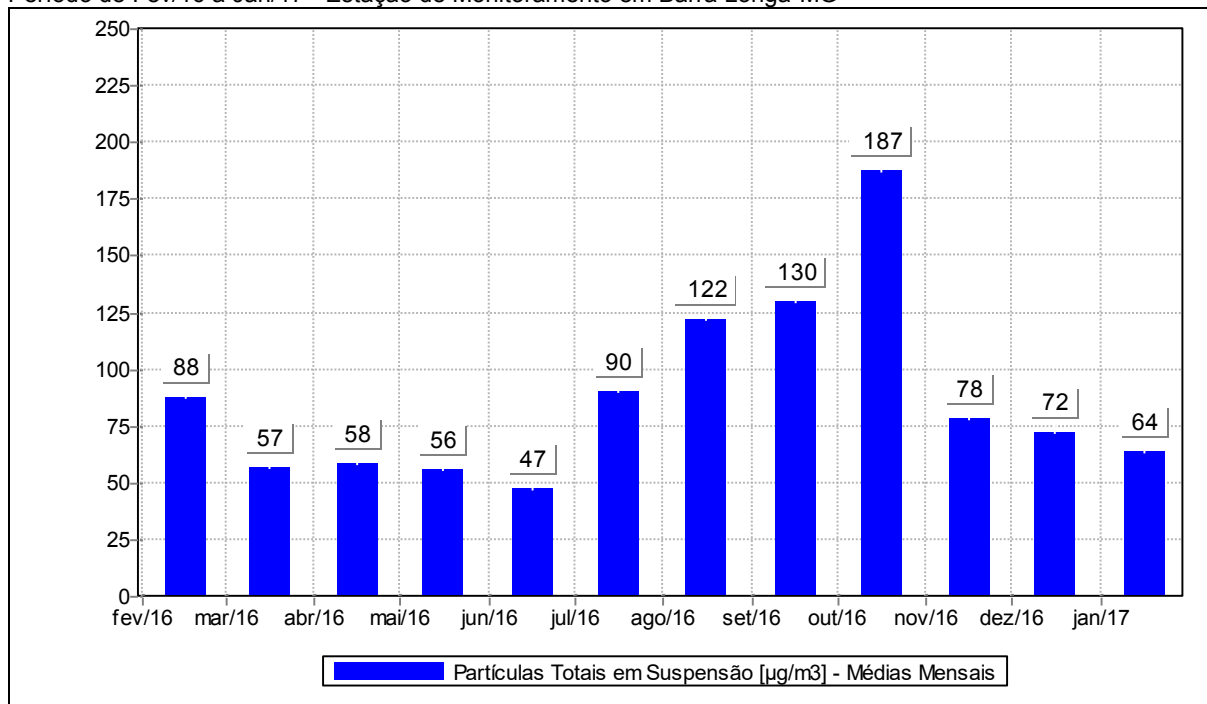


Figura 4.8 – Evolução das Concentrações Médias Horárias de Partículas Totais em Suspensão [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



Nota: Os dados de PTS foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de PTS foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

Figura 4.9 – Evolução das Concentrações Médias Mensais de Partículas Totais em Suspensão [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – Período de Fev/16 a Jan/17 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



O aumento das concentrações médias mensais de material particulado, principalmente de PTS, registrado pela estação de monitoramento da qualidade do ar de julho a outubro/2016, provavelmente esteve associado às diversas obras de recuperação (praça da cidade, parque de exposições) e repavimentação das vias principais da cidade de Barra Longa, além do consequente aumento do tráfego de máquinas e veículos no período. A proximidade das obras de repavimentação realizadas nas ruas Venâncio Lino Mol e Matias Barbosa em outubro/2016 com o local de instalação da estação (aproximadamente 50 m de distância) alterou o cenário local típico (Figura 4.10) e certamente contribuiu para a elevação das concentrações de material particulado registradas pela estação. Aliado a isso, a partir da segunda quinzena de junho/2016, houve redução significativa das ocorrências de chuva na região (valor acumulado de 18/02/2016 a 18/06/2016 igual a 565,6 mm e de 18/06/2016 a 31/10/2016 igual a 110,4 mm), com elevação da temperatura do ar monitorada na estação (em outubro/2016, média igual a 23,9 °C e máxima igual a 39,5 °C) e redução da umidade relativa do ar (em outubro/2016, média igual a 69,9% e mínima igual a 23,3%).

Após a conclusão das obras de recuperação da praça da cidade e de repavimentação das ruas centrais de Barra Longa no final de outubro/2016 (Figura 4.11), observou-se redução significativa das concentrações de material particulado registradas pela estação. A partir de novembro/2016 as concentrações médias diárias de PM_{10} e PTS situaram-se abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990 e suas médias mensais ficaram bem inferiores às médias mensais registradas nos meses de julho a outubro/2016. As concentrações médias diárias de $\text{PM}_{2,5}$ permaneceram em níveis inferiores aos padrões referenciais utilizados (Decreto Estadual de SP, EPA e OMS).

Nos meses de novembro e dezembro/2016 houve aumento das ocorrências de chuva na região (valor acumulado em novembro igual a 203,8 mm e em dezembro igual a 258,8 mm), muito superiores ao valor total acumulado de julho a outubro/2016, igual a 110,2 mm. E, apesar da redução das chuvas partir do dia 20/12/2016 (valor acumulado de 20/12/2016 a 31/01/2017 igual a 101,2 mm), as concentrações de PM_{10} e PTS mantiveram-se bem abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990.

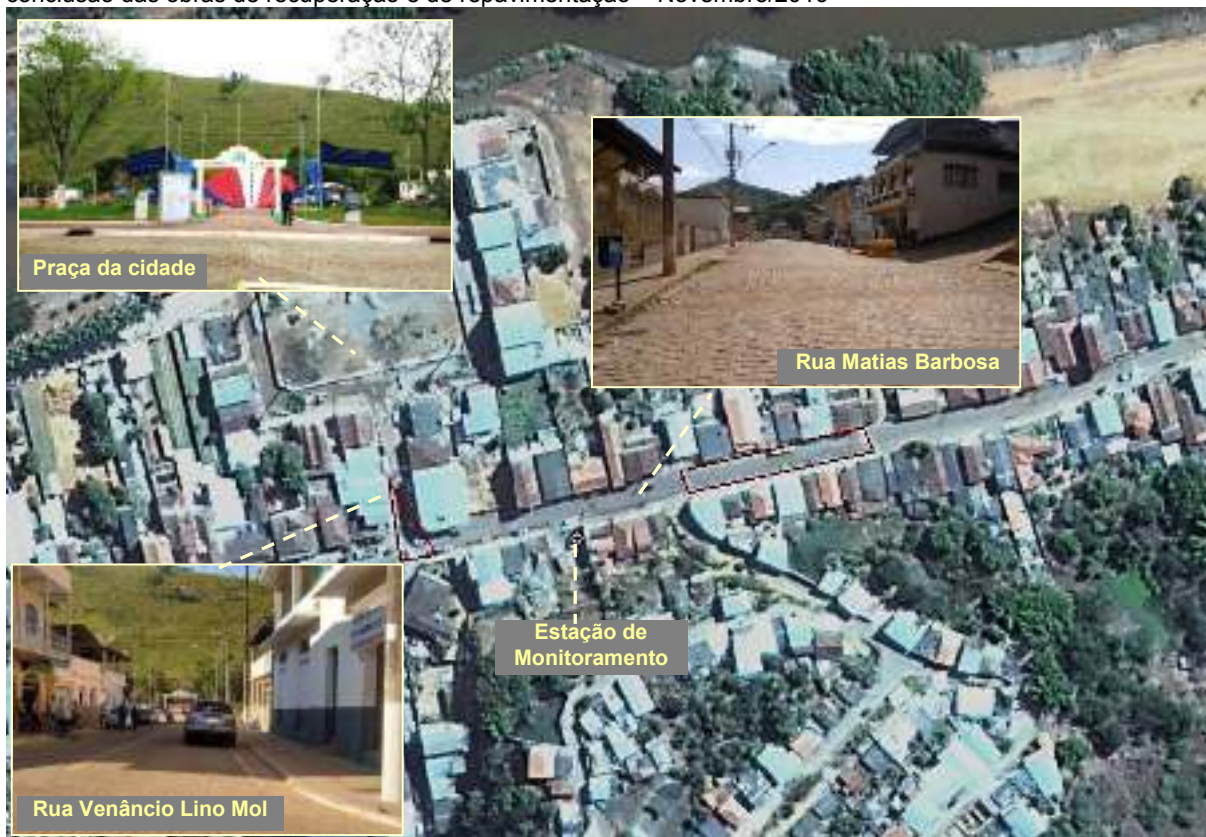
Além disto, no parque de exposições da cidade, localizado a cerca de 1.500 m de distância do ponto de monitoramento, ainda são realizadas obras de recuperação e reconstrução. Portanto, a redução significativa das concentrações de material particulado nos últimos três meses corrobora com o entendimento de que as elevadas concentrações dos poluentes registradas de julho a outubro/2016 realmente estiveram associadas às obras mais próximas da estação de monitoramento.

Figura 4.10 – Localização da estação de monitoramento, praça da cidade e ruas centrais de Barra Longa durante execução das obras de recuperação e de repavimentação – Outubro/2016



Li

Figura 4.11 – Localização da estação de monitoramento, praça da cidade e ruas centrais de Barra Longa após a conclusão das obras de recuperação e de repavimentação – Novembro/2016



4.2. ANÁLISE DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

Para simplificar o processo de divulgação dos dados de qualidade do ar utilizam-se os índices de qualidade do ar (IQA), que traduzem de forma qualitativa os valores de concentrações dos poluentes monitorados.

O índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Desta função, que relaciona a concentração do poluente com o valor índice, resulta um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar.

Os índices de qualidade do ar são subdivididos em faixas de concentrações para cada poluente e essas são classificadas por cores que indicam os efeitos que os poluentes causam à saúde humana quando expostos em intervalos calculados pelas médias de 24 horas para os poluentes Partículas Inaláveis (PM₁₀) e Partículas Totais em Suspensão (PTS).

A Tabela 4.2 apresenta a estrutura (faixas, cores e classificações) e a distribuição do IQA para os poluentes PTS e PM₁₀, elaboradas e utilizadas até o ano de 2013 pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) com base nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990. **Nota:** para o poluente material particulado menor que 2,5 µm (PM_{2,5}), não existe legislação específica na esfera federal, nem no estado de Minas Gerais e o IQA adotado pela CETESB até o ano de 2013 também não contempla este poluente.

No ano de 2013, a partir da publicação do Decreto Estadual nº 59113/2013 que estabelece novos padrões de qualidade do ar para o Estado de São Paulo, o Índice de Qualidade do Ar adotado pela CETESB foi reformulado (faixas, classificações e concentrações de referência dos poluentes) com base nos limites estabelecidos pela nova legislação estadual. Entretanto, tendo em vista que ainda não há em vigor legislação estadual que define novos padrões de qualidade do ar para o Estado de Minas Gerais, o IQA adotado pela CETESB até o ano de 2013 foi utilizado como referência para o monitoramento em Barra Longa.

Tabela 4.2 – Estrutura e Distribuição dos Índices de Qualidade do Ar (IQA)

Faixas do IQA	Boa ≥0 ≤50	Regular >50 ≤100	Inadequada >100 <200	Má ≥200 <300	Péssima ≥300
PM ₁₀ (<10 µm) [µg/m³] média 24h	≥0 ≤50	>50 ≤150	>150 <250	≥250 <420	≥420
PTS [µg/m³] média 24h	≥0 ≤80	>80 ≤240	>240 <375	≥375 <625	≥625

Fonte: Adaptado de CETESB, com base nos padrões nacionais de qualidade do ar (Res. Conama nº 03/1990).

Os índices de qualidade do ar enquadrados até a faixa Regular estão em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº03/1990.

A Figura 4.12 e a Tabela 4.2 apresentam a distribuição do Índice de Qualidade do Ar para os poluentes PTS e PM₁₀ monitorados em Barra Longa-MG de 01/01/2017 a 31/01/2017.

Observa-se que no período analisado o PM₁₀ enquadrou-se na faixa boa e o PTS nas faixas boa e regular.



Figura 4.12 – Evolução dos Índices de Qualidade do Ar de PTS e PM₁₀ - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG

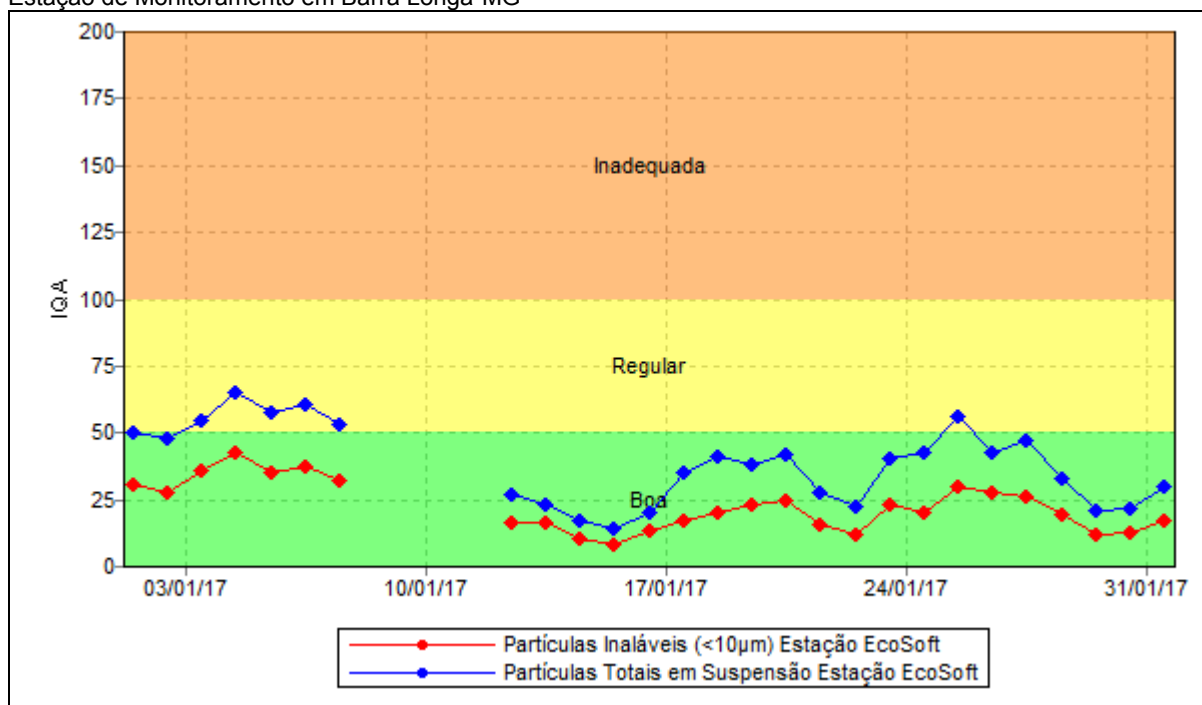


Tabela 4.2 – Distribuição dos Índices de Qualidade do Ar de PTS e PM₁₀ - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG

Parâmetro	Boa	Regular	Inadequada
PM ₁₀	100,00%	0,00%	0,00%
PTS	75,86%	24,14%	0,00%

Nota 1: para o poluente material particulado menor que 2,5 µm (PM_{2,5}), não existe legislação específica na esfera federal, nem no estado de Minas Gerais e o IQA adotado pela CETESB até o ano de 2013 também não contempla este poluente.

Nota 2: Os dados dos poluentes monitorados foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

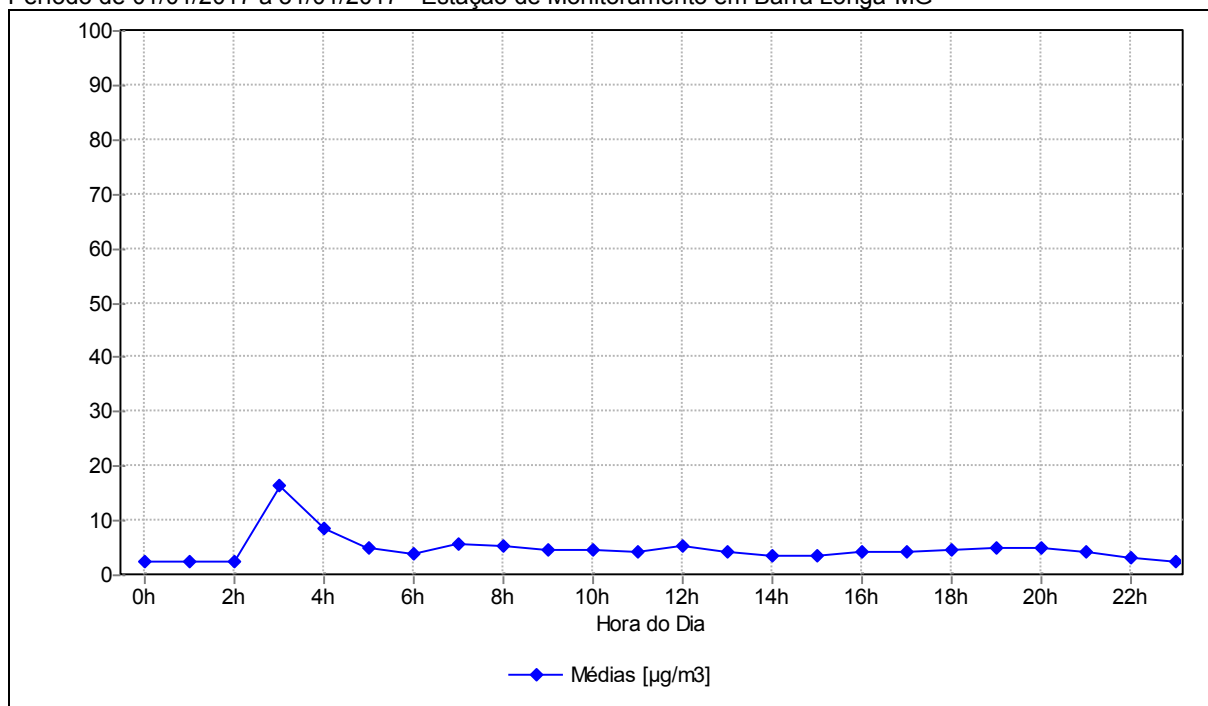
hi

4.3. ANÁLISE DA VARIAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DAS MEDIÇÕES DOS POLUENTES

As figuras a seguir apresentam a variação média horária das medições de PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} monitoradas em Barra Longa-MG no período de 01/01/2017 a 31/01/2017.

As maiores concentrações médias horárias de material particulado no período ocorreram das 03h às 19h, com destaque para PM_{2,5} entre 03h e 05h e PM₁₀ e PTS entre 08h e 16h.

Figura 4.13 – Variação Média Horária Típica das Concentrações de Partículas Respiráveis (< 2,5 µm) [µg/m³] - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



Wi

Figura 4.14 – Variação Média Horária Típica das Concentrações de Partículas Inaláveis ($< 10 \mu\text{m}$) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG

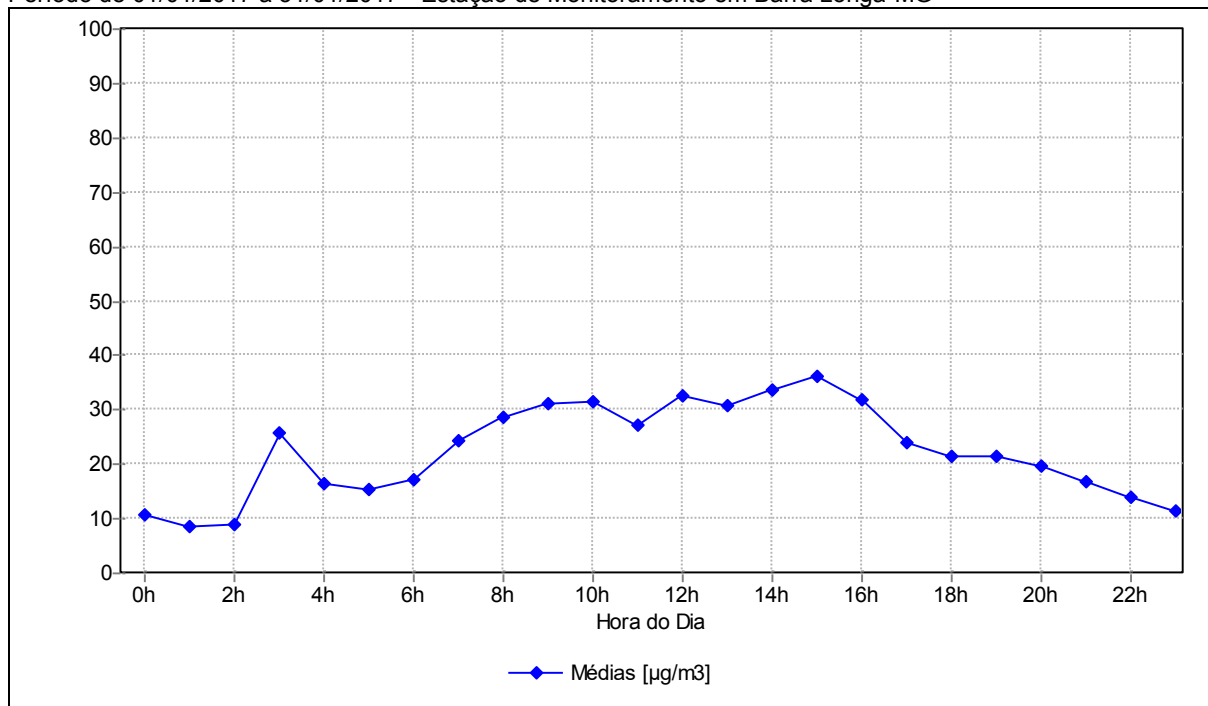
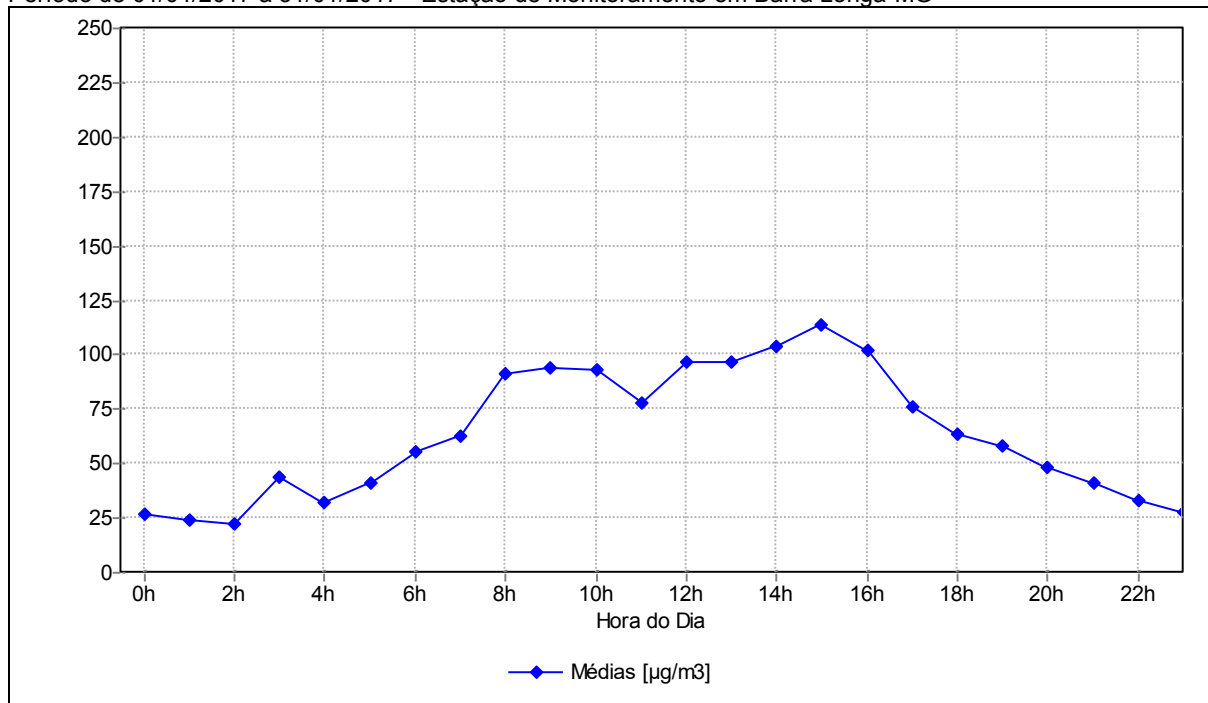


Figura 4.15 – Variação Média Horária Típica das Concentrações de Partículas Totais em Suspensão [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação de Monitoramento em Barra Longa-MG



hi

4.4. ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DOS POLUENTES E DIREÇÃO DO VENTO

As figuras a seguir apresentam gráficos de radar de poluentes, que correlacionam as concentrações médias dos poluentes atmosféricos medidos no ar ambiente com a direção do vento registrada pela estação móvel de monitoramento instalada em Barra Longa-MG.

Para a composição do radar é calculada a média das concentrações dos poluentes de acordo com cada direção do vento. Dessa forma, no período de 01/01/2017 a 31/01/2017 observa-se que as maiores concentrações médias de PTS e PM₁₀ ocorreram nas direções leste (E), nordeste (NE) e leste-nordeste (ENE) e de PM_{2,5} ocorreram nas direções sudeste (SE), sul-sudeste (SSE) e nordeste (NE), indicando que os ventos advindos destas direções influenciaram mais criticamente nas concentrações dos poluentes.

Figura 4.16 – Radar de Poluentes - Partículas Respiráveis (< 2,5 µm) [µg/m³]

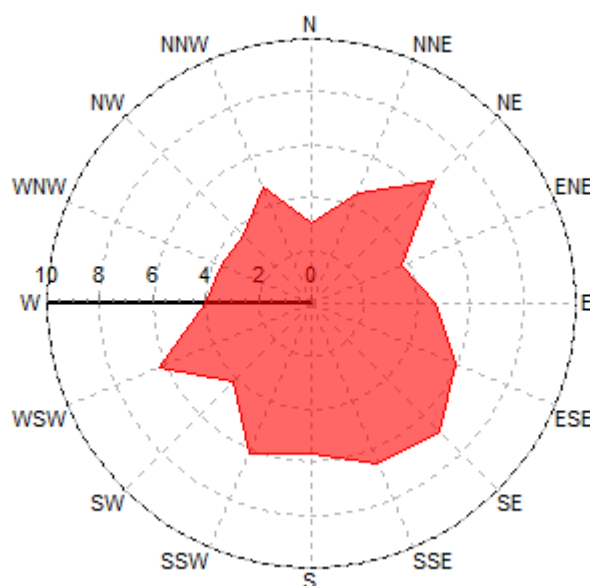


Figura 4.17 – Radar de Poluentes - Partículas Inaláveis (<10 µm) [µg/m³]

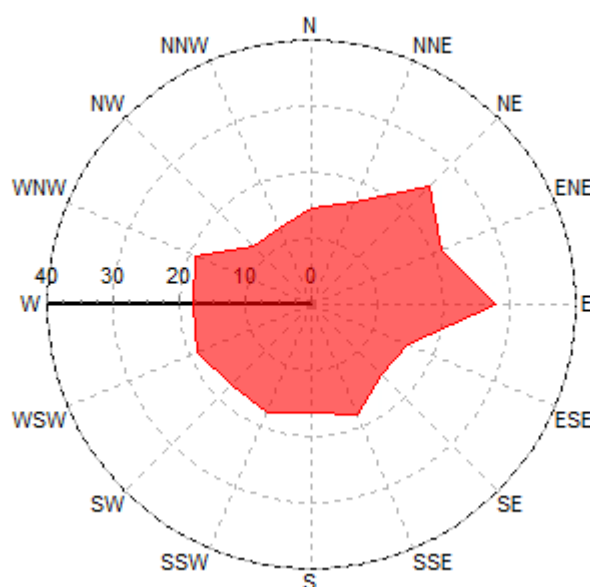
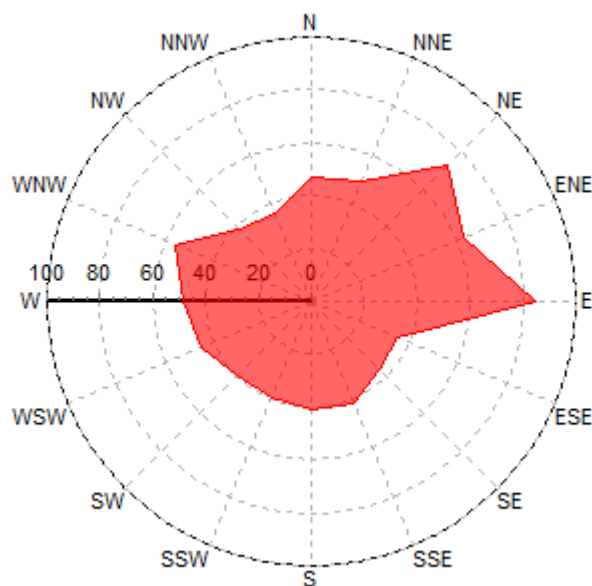


Figura 4.18 – Radar de Poluentes - Partículas Totais em Suspensão [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



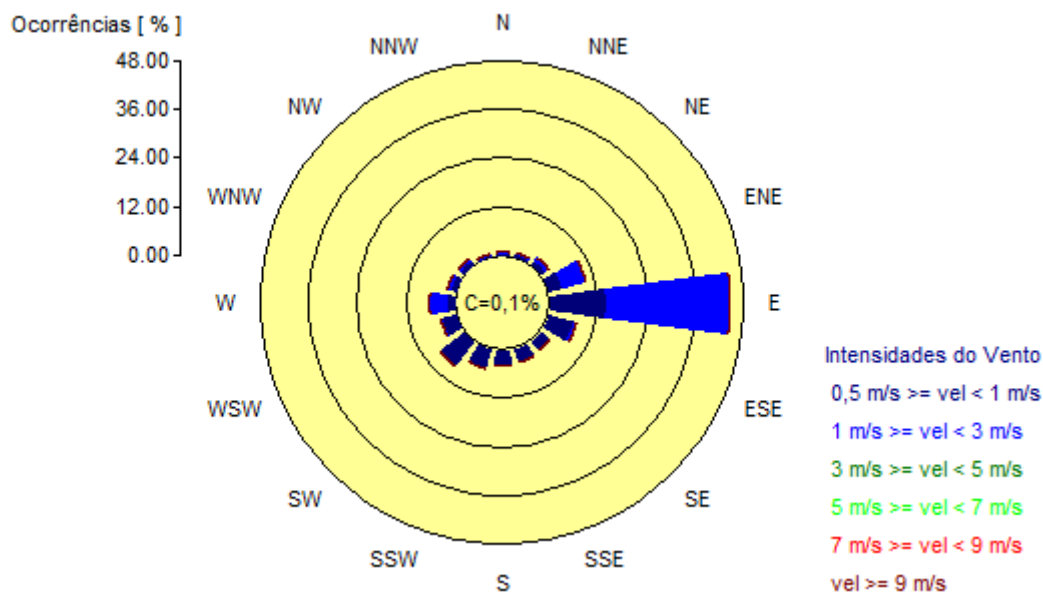
4.5. ANÁLISE DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

Nota: conforme descrito no item 5 deste relatório, das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 não houve geração de dados dos parâmetros meteorológicos monitorados devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento foi normalizado às 15:30 após religamento do disjuntor e da estação.

4.5.1. Direção e Velocidade do Vento

A direção e velocidade dos ventos são fatores determinantes na dispersão e concentração de poluentes na atmosfera. A figura a seguir apresenta a rosa dos ventos da estação de monitoramento em Barra Longa-MG no período de 01/01/2017 a 31/01/2017.

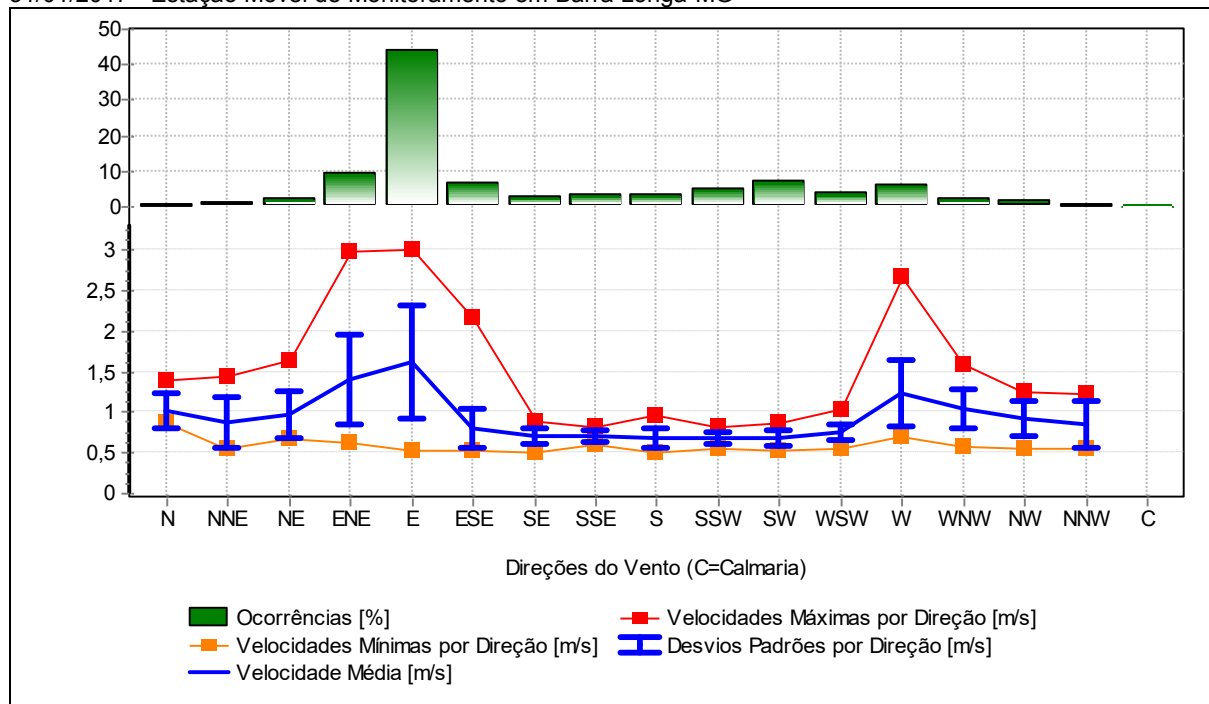
Figura 4.19 – Rosa dos Ventos



Observa-se no período analisado uma predominância de ventos provenientes da direção leste (E). A velocidade média do vento registrada pela estação foi igual a 1,23 m/s e o percentual de calmaria ocorrido foi de 0,1% (velocidades do vento menores que 0,5 m/s).

A Figura 4.20 apresenta um resumo estatístico, contendo análises das velocidades máximas, médias e mínimas, além do percentual de ocorrência para cada direção do vento registrada pela estação de monitoramento em Barra Longa-MG.

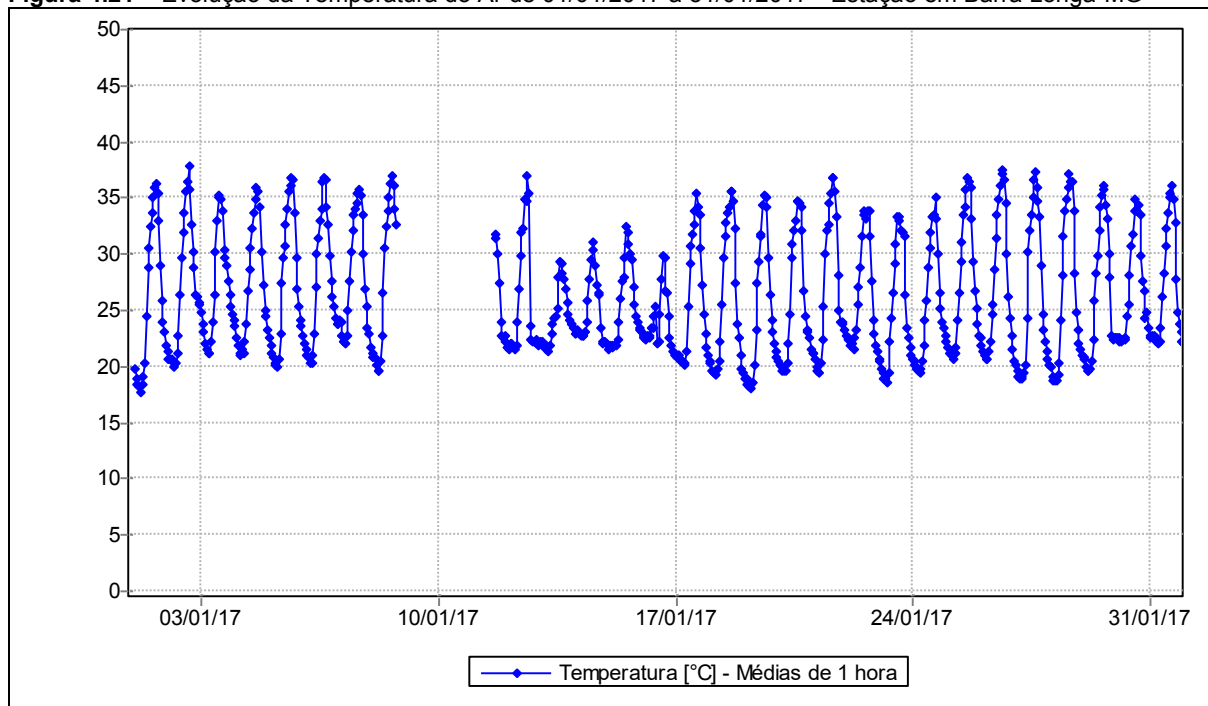
Figura 4.20 – Resumo Estatístico da Direção do Vento e Velocidade do Vento - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação Móvel de Monitoramento em Barra Longa-MG



4.5.2. Temperatura do Ar

A Figura 4.21 apresenta a evolução das medições da temperatura do ar na estação de monitoramento em Barra Longa-MG de 01/01/2017 a 31/01/2017, cuja média foi de 26,3 °C.

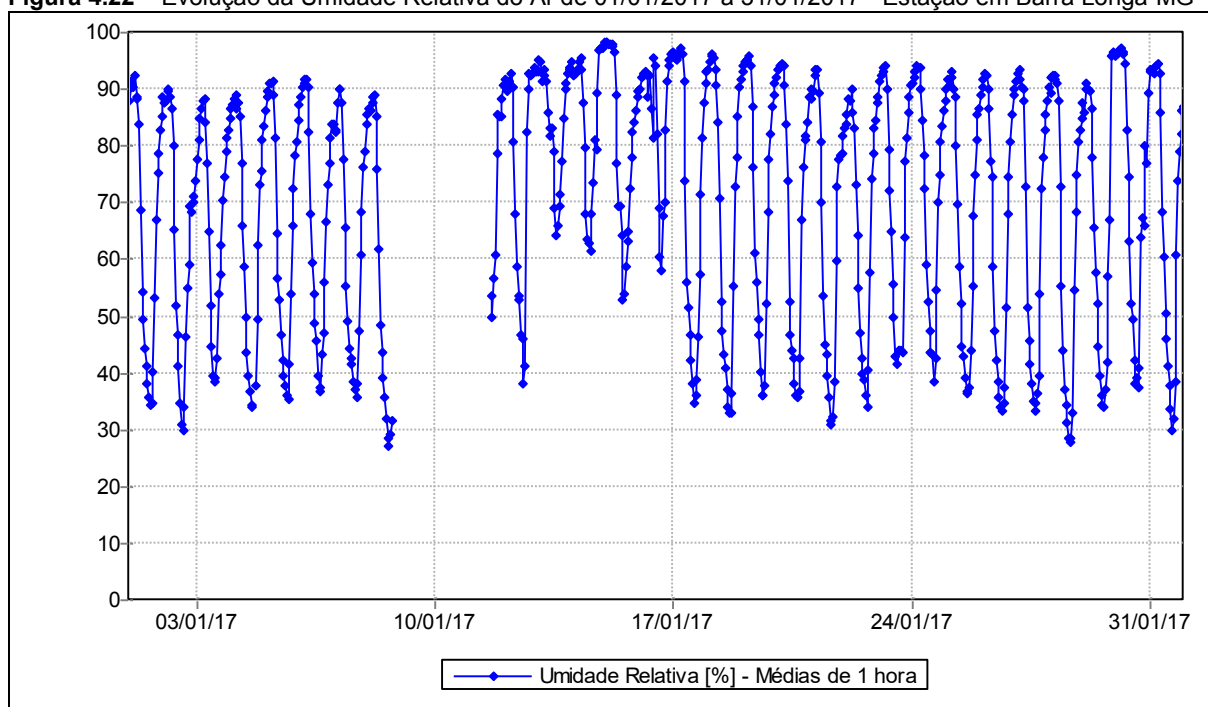
Figura 4.21 – Evolução da Temperatura do Ar de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação em Barra Longa-MG



4.5.3. Umidade Relativa do Ar

A Figura 4.22 apresenta a evolução das medições da umidade relativa do ar na estação de monitoramento em Barra Longa-MG de 01/01/2017 a 31/01/2017, cuja média foi de 70,6%.

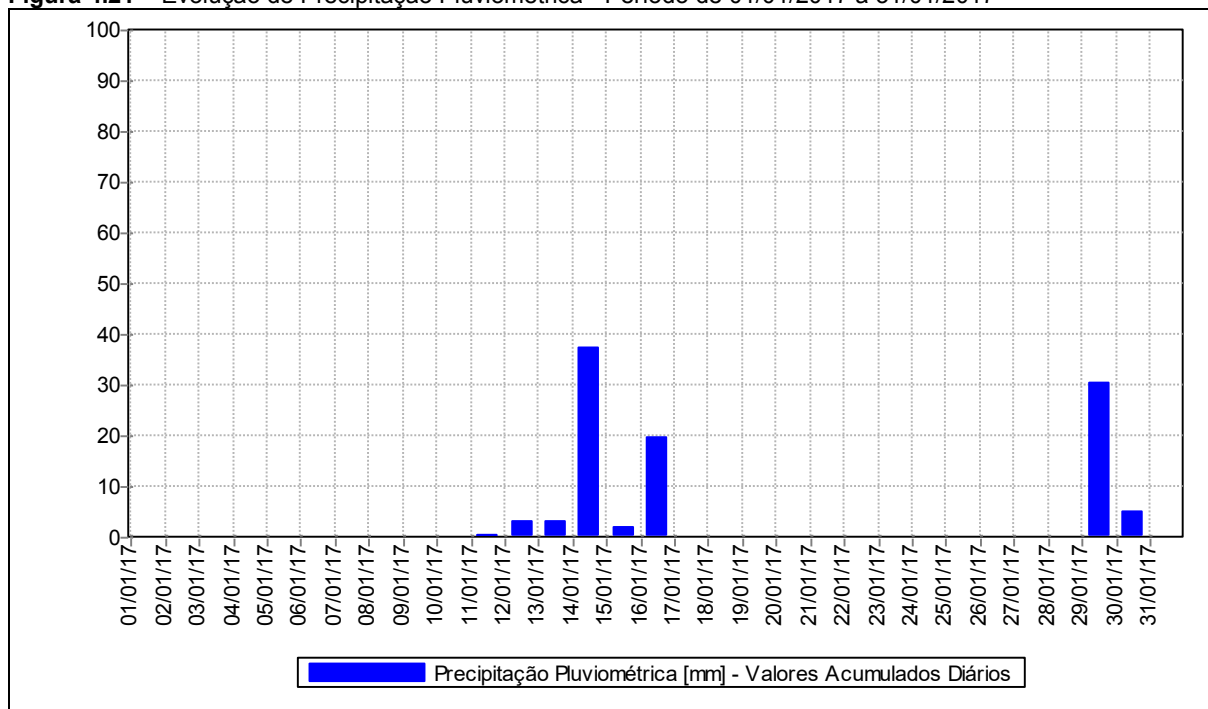
Figura 4.22 – Evolução da Umidade Relativa do Ar de 01/01/2017 a 31/01/2017 - Estação em Barra Longa-MG



4.5.4. Precipitação Pluviométrica

A Figura 4.23 apresenta os valores acumulados diários de chuva registrados pela estação de monitoramento de 01/01/2017 a 31/01/2017, cujo valor acumulado foi igual a 100,6 mm.

Figura 4.21 – Evolução de Precipitação Pluviométrica - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017



5. ATIVIDADES TÉCNICAS E OPERACIONAIS REALIZADAS NA ESTAÇÃO

Nota: Ressalta-se que os horários das intervenções técnicas e das invalidações dos dados não consideram o horário de verão do Brasil, iniciado no dia 16/10/2016.

A inspeção dos analisadores, sensores meteorológicos e demais equipamentos da estação foi efetuada no dia 04/01/2017 durante visita técnica.

5.1. ANALISADOR DE MATERIAL PARTICULADO BAM-1020 PTS

Os dados de PTS foram invalidados das 16:30 às 17:30 do dia 08/01/2017 e das 16:30 às 21:30 do dia 12/01/2017 devido à falha intermitente no fluxo do analisador, possivelmente associada à oscilação de energia elétrica na estação (valor em fim de escala).

Os dados de PTS foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de PTS foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

Os dados de PTS foram invalidados às 03:30 e 23:30 do dia 22/01/2017, à 00:30 do dia 28/01/2017, às 21:30 do dia 29/01/2017 e à 01:30 do dia 31/01/2017 devido aos desvios de leitura decorrentes de falha momentânea do *Nozzle* do analisador.

Os dados de PTS foram invalidados das 09:30 às 11:30 e das 13:30 às 15:30 do dia 24/01/2016 devido à condição de interferência local nas medições causada pela atividade de limpeza e capina do terreno ao redor da estação. As invalidações foram realizadas conforme indicação da Fundação Renova, tendo como base as evidências/registros fotográficos e a ordem de serviço emitida pela empresa responsável pela atividade, apresentados nos Anexos D e E, respectivamente.

5.2. ANALISADOR DE MATERIAL PARTICULADO BAM-1020 PM₁₀

Os dados de PM₁₀ foram invalidados das 16:30 às 17:30 do dia 08/01/2017 e das 16:30 às 21:30 do dia 12/01/2017 devido à falha intermitente no fluxo do analisador, possivelmente associada à oscilação de energia elétrica na estação (valor em fim de escala).

Os dados de PM₁₀ foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de PM₁₀ foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

Os dados de PM₁₀ foram invalidados das 09:30 às 11:30 e das 13:30 às 15:30 do dia 24/01/2016 devido à condição de interferência local nas medições causada pela atividade de limpeza e capina do terreno ao redor da estação. As invalidações foram realizadas conforme indicação da Fundação Renova, tendo como base as evidências/registros fotográficos e a ordem de serviço emitida pela empresa responsável pela atividade, apresentados nos Anexos D e E, respectivamente.



5.3. ANALISADOR DE MATERIAL PARTICULADO BAM-1020 PM_{2,5}

Os dados de PM_{2,5} foram invalidados às 17:30 do dia 01/01/2017, às 15:30 do dia 02/01/2017, às 16:30 do dia 04/01/2017, às 15:30 do dia 06/01/2017, das 16:30 às 17:30 do dia 08/01/2017, das 19:30 às 21:30 do dia 12/01/2017, às 17:30, 19:30 e 21:30 do dia 13/01/2017, às 21:30 e 23:30 do dia 14/01/2017 e às 21:30 do dia 15/01/2017 devido à falha intermitente no fluxo do analisador (valores em fim de escala), possivelmente associada à oscilação de energia elétrica na estação.

O dado de PM_{2,5} foi invalidado às 03:30 do dia 04/01/2017 devido ao desvio de leitura do analisador caracterizado pelo valor de PM_{2,5} maior que o valor de PM₁₀ no mesmo período.

Os dados de PM_{2,5} foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de PM_{2,5} foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

Os dados de PM_{2,5} foram invalidados das 09:30 às 11:30 e das 13:30 às 15:30 do dia 24/01/2016 devido à condição de interferência local nas medições causada pela atividade de limpeza e capina do terreno ao redor da estação. As invalidações foram realizadas conforme indicação da Fundação Renova, tendo como base as evidências/registros fotográficos e a ordem de serviço emitida pela empresa responsável pela atividade, apresentados nos Anexos D e E, respectivamente.

5.4. SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO 024A (DV)

O dado de DV foi invalidado às 16:30 do dia 04/01/2017 devido à atividade de substituição do sensor, tendo em vista, vencimento da calibração anual em 11/02/2017. **Nota:** removido sensor modelo 024A (N/S: T11788) e instalado sensor modelo 024A (N/S: T11790) com calibração realizada em 29/12/2016.

Os dados de DV foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de DV foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

5.5. SENSOR DE VELOCIDADE DO VENTO 014A (VV)

O dado de VV foi invalidado às 16:30 do dia 04/01/2017 devido à atividade de substituição do sensor, tendo em vista, vencimento da calibração anual em 11/01/2017. **Nota:** removido sensor modelo 014A (N/S: T12090) e instalado sensor modelo 014A (N/S: R24091) com calibração realizada em 29/12/2016.

Os dados de VV foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de VV foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.



5.6. SENSOR DE UMIDADE RELATIVA E TEMPERATURA DO AR 083E (UR e TA)

Os dados de UR e TA foram invalidados às 16:30 do dia 04/01/2017 devido à atividade de substituição do sensor, tendo em vista, vencimento da calibração anual em 11/01/2017.

Nota: removido sensor modelo 083E-1-35 (N/S: T11175) e instalado sensor modelo 083E-1-35 (N/S: U12330) com calibração realizada em 29/12/2016.

Os dados de UR e TA foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de UR e TA foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.

5.7. SENSOR DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA 370 (PP)

Os dados de PP foram invalidados às 15:30 e 16:30 do dia 04/01/2017 devido à atividade de substituição do sensor, tendo em vista, vencimento da calibração anual em 11/01/2017.

Nota: removido sensor modelo 370-0,2mm (N/S: T13795) e instalado sensor modelo 370-0,2mm (N/S: R13241) com calibração realizada em 29/12/2016.

Os dados de PP foram invalidados/não foram gerados das 18:30 do dia 08/01/2017 às 14:30 do dia 11/01/2017 devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica provocada pelo desarme do disjuntor externo da estação. O monitoramento de PP foi normalizado às 15:30 do dia 11/01/2017 após visita técnica para religar o disjuntor e a estação.



6. DISPONIBILIDADE DE DADOS DA ESTAÇÃO

Na Tabela 6.1 é apresentada a disponibilidade de dados da estação de monitoramento instalada em Barra Longa-MG, no período de 01/01/2017 a 31/01/2017.

Tabela 6.1 – Disponibilidade de Dados da Estação de Monitoramento em Barra Longa, MG - Período de 01/01/2017 a 31/01/2017

Parâmetro	Nº total de Dados	Nº Dados Inválidos (Manutenção/ Calibração/Outros)	Nº dados Inválidos (EcoSoft)	Nº dados Válidos	Nº dados Inválidos (total)	Disponibilidade Real	Disponibilidade Contratual
PTS	744	88	0	656	88	88,17%	100,00%
PM ₁₀	744	83	0	661	83	88,84%	100,00%
PM _{2,5}	744	88	3	653	91	87,77%	99,54%
VV	744	69	1	674	70	90,59%	99,85%
DV	744	69	1	674	70	90,59%	99,85%
TA	744	69	1	674	70	90,59%	99,85%
UR	744	69	1	674	70	90,59%	99,85%
PP	744	69	2	673	71	90,46%	99,70%
TOTAL	5952	604	9	5339	613	89,70%	99,83%

Como explicação complementar à Tabela 6.1, ressalta-se que a disponibilidade contratual sofre redução quando ocorrem dados invalidados em virtude de falhas de funcionamento de algum equipamento, caracterizadas como responsabilidade da EcoSoft, e/ou devido às intervenções julgadas necessárias e efetuadas pela própria EcoSoft. Por outro lado, a disponibilidade contratual não é afetada pelos dados perdidos por motivo de força maior, como falta de energia elétrica, sinistros, vandalismos, catástrofes e ocorrências alheias ao controle da EcoSoft, ou ainda por necessidade de desligamento dos equipamentos ou seus acessórios para realização de manutenção preventiva programada, manutenção corretiva recomendada pelos respectivos fabricantes dos equipamentos, ou calibração solicitada pelos órgãos de controle ou contratante para fins de auditoria operacional da estação.



7. ANÁLISE QUÍMICA DAS PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO

Com o objetivo de conhecer a composição química das partículas totais em suspensão (PTS) na atmosfera de Barra Longa, foram realizadas campanhas de amostragem de PTS utilizando filtros especiais de nylon (N) e de éster de celulose (MCE). As amostras foram tomadas no mesmo local da estação automática de monitoramento da qualidade do ar.

Os filtros para obtenção de amostras de PTS foram devidamente instalados em analisadores E-Sampler (fabricados pela Met One Instruments). As amostragens e coletas dos filtros foram realizadas com tempo de duração adequado, de forma a garantir a obtenção de material (massa) suficiente para a análise dos elementos químicos realizada por meio da técnica *Proton Induced X-ray Emission* (PIXE) pelo laboratório Elemental Analysis, Inc. (EAI)¹.

Os filtros foram fornecidos, preparados², instalados, amostrados, coletados e devidamente acondicionados pela EcoSoft, sendo então entregues à Fundação Renova que por sua vez se encarregou de enviá-los ao laboratório da EAI nos EUA para a realização das análises químicas dos filtros.

Nesta seção são discutidos os resultados acerca das análises químicas do PTS de Barra Longa, com base nos resultados das amostras tomadas no período de maio a novembro de 2016, conforme apresentado na Tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Relação de Amostras em Filtros e Respectivas Massas de PTS Coletadas em Barra Longa no Período de 15/05/2016 a 17/11/2016

Campanha	Filtros MCE		Filtros Nylon		Período de Amostragem
	Código	Massa PTS (g)	Código	Massa PTS (g)	
1	-	-	N1 / PTS-BL-01-SF14528	0,001333	16/05/2016 a 31/05/2016
	M2 / PTS-BL-03-SF52149	0,003033	N2 / PTS-BL-04-SF52150	0,003433	31/05/2016 a 28/06/2016
	M3 / PTS-BL-07-SF52149	0,002767	N3 / PTS-BL-08-SF52150	0,003000	28/06/2016 a 18/07/2016
	M4 / PTS-BL-09-J2149	0,003567	N4 / PTS-BL-10-J2150	0,004233	18/07/2016 a 08/08/2016
	M5 / PTS-BL-11-J2149	0,002567	N5 / PTS-BL-12-J2150	0,003300	08/08/2016 a 24/08/2016
2	M6 / PTS-BL-13-J2149	0,004367	N6 / PTS-BL-14-J2150	0,004833	24/08/2016 a 13/09/2016
	M7 / PTS-BL-15-J2149	0,004233	N7 / PTS-BL-16-J2150	0,004933	13/09/2016 a 04/10/2016
	M8 / PTS-BL-17-J2149	0,004033	N8 / PTS-BL-18-J2150	0,003833	04/10/2016 a 20/10/2016
	M9 / PTS-BL-19-J2149	0,003933	N9 / PTS-BL-20-J2150	0,003600	20/10/2016 a 17/11/2016

A Tabela 7.2 apresenta as concentrações dos elementos químicos, passíveis de detecção pelo método PIXE, constituintes das PTS coletadas em Barra Longa. O método PIXE permite a identificação de 72 elementos químicos, conforme listados na Tabela 7.2.

¹ A Elemental Analysis, Inc, localizada nos Estados Unidos é a empresa contratada pela Fundação Renova para a análise laboratorial de determinação dos elementos químicos que integram as partículas coletadas nos filtros. A EAI aplica a técnica *Proton Induced X-ray Emission* (PIXE) para esta finalidade.

² Os filtros limpos são secos e pesados previamente para permitir a determinação da massa de PTS coletada em cada campanha por gravimetria.

Tabela 7.2 – Percentuais em Massa dos Elementos Químicos Detectados pelo Método PIXE nas Partículas Totais em Suspensão Amostradas em Barra Longa

Elemento	Campanha 1		Campanha 2	
	16/05/16 a 24/08/16	8 amostras	24/08/16 a 17/11/16	8 amostras
	Percentual em Massa [%]		Percentual em Massa [%]	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Na	0,5117%	0,1842%	0,4593%	0,1003%
Mg	0,3048%	0,0804%	0,4563%	0,2881%
Al	5,7991%	0,9609%	4,8339%	1,5370%
Si	7,8848%	1,6453%	7,3713%	2,9056%
P	0,0611%	0,0347%	0,0300%	0,0298%
S	1,2787%	0,4226%	0,8638%	0,1651%
Cl	0,1053%	0,0630%	0,1334%	0,0761%
K	1,1270%	0,2547%	1,1538%	0,5819%
Ca	1,6749%	0,3308%	1,3968%	0,4784%
Sc	ND	ND	ND	ND
Ti	0,4370%	0,2011%	0,4967%	0,1701%
V	0,0359%	0,0475%	0,0177%	0,0246%
Cr	0,0035%	0,0069%	0,0031%	0,0059%
Mn	0,0963%	0,0159%	0,0836%	0,0312%
Fe	9,6361%	2,0386%	7,2120%	2,3084%
Co	ND	ND	ND	ND
Ni	ND	ND	0,0031%	0,0022%
Cu	0,0055%	0,0027%	0,0048%	0,0020%
Zn	0,0317%	0,0101%	0,0196%	0,0067%
Ga	0,0020%	0,0017%	0,0015%	0,0014%
Ge	ND	ND	ND	ND
As	0,0056%	0,0027%	0,0033%	0,0017%
Se	ND	ND	0,0003%	0,0007%
Br	0,0048%	0,0030%	0,0044%	0,0019%
Rb	0,0028%	0,0044%	0,0030%	0,0036%
Sr	0,0093%	0,0073%	0,0135%	0,0049%
Y	ND	ND	ND	ND
Zr	0,0021%	0,0063%	0,0089%	0,0065%
Nb	ND	ND	ND	ND
Mo	ND	ND	ND	ND
Tc	ND	ND	ND	ND
Ru	ND	ND	ND	ND
Rh	ND	ND	ND	ND
Pd	ND	ND	ND	ND
Ag	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND
In	ND	ND	ND	ND
Sn	ND	ND	0,0238%	0,0673%
Sb	ND	ND	ND	ND
Te	ND	ND	ND	ND
I	ND	ND	ND	ND
Cs	ND	ND	ND	ND
Ba	ND	ND	ND	ND
La	ND	ND	ND	ND
Ce	ND	ND	ND	ND
Pr	ND	ND	ND	ND
Nd	ND	ND	ND	ND
Pm	ND	ND	ND	ND
Sm	ND	ND	ND	ND
Eu	ND	ND	ND	ND
Gd	ND	ND	ND	ND
Tb	ND	ND	ND	ND
Dy	ND	ND	ND	ND
Ho	ND	ND	ND	ND
Er	ND	ND	ND	ND
Tm	ND	ND	ND	ND
Yb	ND	ND	ND	ND
Lu	ND	ND	ND	ND
Hf	ND	ND	ND	ND
Ta	ND	ND	ND	ND
W	ND	ND	ND	ND
Re	ND	ND	ND	ND
Os	ND	ND	ND	ND
Ir	ND	ND	ND	ND
Pt	ND	ND	ND	ND
Au	ND	ND	ND	ND
Hg	ND	ND	ND	ND
Tl	ND	ND	ND	ND
Pb	ND	ND	ND	ND
Bi	ND	ND	ND	ND
Th	ND	ND	ND	ND
U	ND	ND	ND	ND

Notas:

- a. As análises de quantificação dos elementos químicos nas amostras de PTS foram conduzidas pelo laboratório da Elemental Analysis, Inc.;
ND = não detectado.

As concentrações expressas em percentuais em massa apresentadas na Tabela 7.2 são o resultado da compilação das amostras de PTS, coletadas em filtros de MCE e em filtros de

Nylon tomadas no período de 16/05/2016 a 17/11/2016, conforme apresentado na Tabela 7.1. Para efeitos de compilação dos resultados, os dados foram agrupados em 2 diferentes campanhas de amostragem, sendo a primeira campanha integrada pelas 9 amostras obtidas entre 16/05/2016 a 24/08/2016 e a segunda campanha integrada pelas 8 amostras obtidas no período de 24/08/2016 a 17/11/2016.

Como pode ser observado, os elementos mais abundantes nas PTS foram, em ordem de importância, silício (Si), ferro (Fe), alumínio (Al), cálcio (Ca), potássio (K) e enxofre (S).

Buscando estabelecer uma relação entre as concentrações das Partículas Totais em Suspensão coletadas em Barra Longa e as possíveis fontes emissoras (origens) dessas partículas, foram coletadas pela Fundação Renova amostras de solos com diferentes graus de afetamento pela lama da Barragem de Fundão que chegou a Barra Longa, e amostras de solo típico de Barra Longa não afetado pela lama da barragem. Tais amostras foram enviadas pela Fundação Renova ao mesmo laboratório EAI nos EUA, onde foram feitas análises de composição química, também utilizando o método PIXE.

Na Tabela 7.3 são apresentados os percentuais em massa detectados pelo método PIXE em amostras de solos, vias pavimentadas de Barra Longa e do rejeito coletado na Barragem de Fundão. Ao todo foram analisadas 15 diferentes amostras, com a representação de 5 diferentes tipos de solos, coletadas pela Fundação Renova e analisadas pela EAI, conforme a descrição a seguir:

1. P01 - Rejeito Fundão: amostra de rejeito coletada na Barragem de Fundão, que representa a composição química do rejeito sem mistura com outros solos. O rejeito depositado na Barragem de Fundão possui composições distintas dependendo de sua geração. Na barragem coexistem diferentes tipos de rejeitos com distintos teores de elementos químicos;
2. P02 - Aterro BL: amostra de solo afetado pelo rejeito coletada no Aterro de Rejeitos em Barra Longa;
3. P03 - Solo Intacto Baseline BL: amostra do solo intacto de Barra Longa em local não afetado pelo rejeito. Especificamente coletada no Mirante do Aterro de Rejeitos de Barra Longa;
4. P04 - Parque de Exposições BL: amostra de solo afetado pelo rejeito coletada no Parque de Exposições em Barra Longa, onde são depositados materiais contendo solo e rejeito;
5. P05 - Vias BL: amostra de material coletado por varrição em superfície de vias de tráfego pavimentadas com bloquetes de Barra Longa.

As amostras de solo e rejeito também foram coletadas em momentos distintos, compondo duas diferentes campanhas, sendo integradas pelas amostras descritas anteriormente.

Com relação à estratégia de amostragem, conforme descrito pela Fundação Renova, as amostras de cada um dos 5 locais representativos de cada material foram coletadas de duas diferentes formas compondo então as amostras totais. A forma de coleta das amostras, conforme informado pela Fundação Renova, é descrita a seguir:

- Amostra simples: constituída por uma quantidade de material retirada aleatoriamente em área ou gleba uniforme.
- Amostra composta: constituída pela reunião de várias amostras simples (sub-amostras) coletadas aleatoriamente dentro de área ou gleba uniforme, que são misturadas para representá-la melhor. Em geral, sempre foram coletadas pelo menos 15 (quinze) amostras simples para composição de uma amostra composta. Os

pontos de coleta das sub-amostras foram distribuídos aleatoriamente em uma pequena área tendo como referência o ponto da amostra simples original.

Na primeira campanha, realizada em 30/08/2016, foram coletadas 5 amostras simples dos materiais. Na segunda campanha de amostragem dos materiais, realizada entre os dias 08 e 10/11/2016 foram realizadas 5 amostras simples e 5 amostras compostas dos materiais caracterizados como solo e rejeito.

Os resultados apresentados na Tabela 7.3 representam as concentrações médias dos elementos detectados nas amostras de solo e rejeito. Os valores de concentrações foram obtidos considerando a amostra de forma integral, sem a segregação de frações granulométricas específicas dos materiais amostrados.

Os elementos mais abundantes detectados nas amostras de materiais apresentados na Tabela 7.3 foram o ferro (Fe), o silício (Si) e o alumínio (Al).

Analisando-se as composições químicas das amostras coletadas, observa-se que na primeira campanha (em 30/08/2016), o ferro foi o elemento mais abundante no Rejeito coletado na Barragem de Fundão (Amostra P01-1 Rejeito Fundão). O teor de ferro na referida amostra foi de 32,9%, a mesma amostra apresentou concentrações de silício e alumínio de 16,8% e 2,7%, respectivamente. Quando analisadas as concentrações dos elementos na Amostra P01-2 Rejeito Fundão, coletada na segunda campanha (em 10/11/2016), nota-se uma significativa diferença nos percentuais, tendo ferro com 10,8%, silício com 36,6% e alumínio com 1,0%.

Conforme descrito pela Fundação Renova, a mudança das concentrações dos elementos no Rejeito da Barragem decorre da heterogeneidade de composição do rejeito disposto, que pode se apresentar com características de lama, que possui maior teor de ferro, ou rejeito arenoso, com menor teor de ferro e maior teor de silício em relação ao rejeito caracterizado como lama.

As diferenças identificadas nas composições do rejeito de Fundão, conforme detectadas nas duas diferentes campanhas, segundo a Fundação Renova, resultou da diferença da área amostrada para a composição da amostra. Na primeira campanha o ponto de amostragem apresentou maior predominância de lama, enquanto na segunda campanha a amostragem resultou na obtenção tipicamente de rejeito arenoso.

Respeitadas as diferenças de composições do Rejeito Fundão, neste estudo estas distinções não impactaram em alteração do entendimento acerca da qualidade do ar e composição das PTS na atmosfera de Barra Longa. Esta independência dos resultados obtidos em Barra Longa pode ser justificada se observado que os materiais emitidos pela Barragem de Fundão atingiram Barra Longa após percorrerem dezenas de quilômetros no curso do Rio Gualaxo do Norte.

Embora em sua origem, na Barragem de Fundão, o rejeito apresente diferentes composições, em função das diferentes zonas de acomodação do material e suas distintas características físico-químicas, em Barra Longa os materiais de interesse para a alteração da qualidade do ar não são integrados pelo rejeito na sua forma original, como disposto na Barragem de Fundão. Em Barra Longa, o rejeito está disposto juntamente com outros materiais caracterizando assim os solos afetados pelo rejeito.

Pode-se observar que as demais amostras (P02, P03, P04 e P05) mantiveram uma estabilidade de concentrações dos elementos mais abundantes entre a primeira e segunda campanhas de amostragem.

Tabela 7.3 – Percentuais em Massa dos Elementos Químicos Detectados pelo Método PIXE nas Amostras de Solos e Rejeito


Elemento	Campanha 1					Campanha 2 °				
	30/08/2016	30/08/2016	30/08/2016	30/08/2016	30/08/2016	10/11/2016	08/11/2016	08/11/2016	08/11/2016	08/11/2016
	Percentual em Massa [%]					Percentual em Massa [%]				
	P01-1 Rejeito Fundação	P02-1 Aterro BL	P03-1 Solo Intacto Baseline BL	P04-1 Parque de Exposições BL	P05-1 Vias BL	P01-2 Rejeito Fundação	P02-2 Aterro BL	P03-2 Solo Intacto Baseline BL	P04-2 Parque de Exposições BL	P05-2 Vias BL
Na	ND	ND	ND	ND	0,3790%	ND	ND	ND	ND	1,0805%
Mg	ND	0,1080%	0,0834%	0,1250%	0,4910%	0,0406%	0,1750%	0,1101%	0,2325%	1,3960%
Al	2,7190%	6,4240%	16,6700%	4,5280%	6,8990%	0,9920%	7,7910%	17,1760%	7,3240%	7,2965%
Si	16,8380%	26,7400%	17,8310%	27,6940%	26,6310%	36,6420%	28,0800%	20,6130%	29,4100%	28,9310%
P	0,0769%	0,0420%	ND	ND	0,0633%	ND	ND	ND	ND	ND
S	ND	0,0347%	0,0438%	0,0329%	0,0946%	0,0214%	0,0294%	0,0435%	0,0279%	0,0590%
Cl	ND	ND	ND	0,0241%	0,0467%	ND	ND	ND	ND	ND
K	0,0441%	0,2930%	0,1230%	0,3170%	0,7960%	0,0805%	0,3815%	0,1395%	0,5145%	1,4195%
Ca	0,1010%	0,1030%	0,0238%	0,0801%	0,8640%	0,0091%	0,1081%	0,0286%	0,1900%	1,3360%
Sc	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ti	0,0759%	0,1870%	0,5540%	0,1370%	0,3210%	0,0463%	0,2115%	0,5630%	0,2250%	0,4310%
V	ND	ND	0,0384%	ND	ND	ND	ND	0,0327%	ND	ND
Cr	ND	0,0093%	0,0075%	ND	ND	ND	ND	0,0086%	0,0117%	0,0091%
Mn	0,1020%	0,0573%	0,0124%	0,0562%	0,0511%	0,0089%	0,0643%	0,0112%	0,0690%	0,0749%
Fe	32,8850%	16,9490%	7,7400%	18,0220%	6,4420%	10,7890%	17,5465%	7,3150%	17,1650%	6,5355%
Co	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	ND	ND	0,0027%	ND	0,0014%	ND	ND	0,0024%	ND	0,0031%
Cu	ND	ND	0,0032%	ND	0,0014%	ND	ND	0,0027%	0,0008%	0,0018%
Zn	ND	0,0022%	0,0048%	ND	0,0059%	ND	0,0026%	0,0041%	0,0021%	0,0066%
Ga	ND	ND	0,0035%	ND	0,0008%	ND	ND	0,0027%	0,0008%	0,0010%
Ge	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
As	ND	ND	0,0009%	ND	0,0013%	ND	0,0007%	0,0010%	0,0016%	0,0024%
Se	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Br	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Rb	ND	ND	ND	ND	0,0026%	ND	ND	0,0030%	ND	0,0053%
Sr	ND	ND	ND	ND	0,0098%	ND	ND	ND	ND	0,0128%
Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zr	ND	0,0066%	0,0100%	ND	0,0229%	ND	0,0046%	0,0126%	0,0047%	0,0170%
Nb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tc	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ru	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Rh	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ag	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
In	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sn	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Te	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ba	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
La	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ce	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pr	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pm	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sm	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Eu	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Continuação da Tabela 7.3 – Percentuais em Massa dos Elementos Químicos Detectados pelo Método PIXE nas Amostras de Solos e Rejeito

Elemento	Campanha 1					Campanha 2 °				
	30/08/2016	30/08/2016	30/08/2016	30/08/2016	30/08/2016	10/11/2016	08/11/2016	08/11/2016	08/11/2016	08/11/2016
	Percentual em Massa [%]					Percentual em Massa [%]				
	P01-1 Rejeito Fundão	P02-1 Aterro BL	P03-1 Solo Intacto Baseline BL	P04-1 Parque de Exposições BL	P05-1 Vias BL	P01-2 Rejeito Fundão	P02-2 Aterro BL	P03-2 Solo Intacto Baseline BL	P04-2 Parque de Exposições BL	P05-2 Vias BL
Gd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dy	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ho	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Er	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tm	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Yb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lu	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hf	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ta	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
W	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Re	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Os	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ir	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pt	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Au	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tl	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bi	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Th	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
U	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Notas:

- As análises de quantificação dos elementos químicos nas amostras de solos e rejeito foram conduzidas pelo laboratório da Elemental Analysis, Inc.;
 - As coletas de amostras de solo e rejeito foram realizadas pela Fundação Renova;
 - Os percentuais em massa representam as médias calculadas com base nas análises das amostras simples e amostras compostas;
- ND = não detectado.



A amostra P01-1, contendo 32,9% de Fe, representa o máximo teor de ferro, dentre as amostras coletadas, e trata-se de rejeito caracterizado pela lama da Barragem de Fundão. As amostras do Solo Intacto Baseline BL (P03), coletadas em Barra Longa em local isento de contaminação do rejeito da Barragem de Fundão, representam a composição química típica do solo de Barra Longa, com percentual de Fe próximo de 7,5%. As amostras P02 e P04 representam solos afetados em diferentes graus pelo rejeito (16,9 a 18,0% de Fe, respectivamente). As amostras P05, com percentual de Fe da ordem de 6,5%, trata-se do material coletado por varrição na superfície de via de tráfego pavimentada de Barra Longa, sendo constituído de uma mistura de solos (afetados e não afetados) e materiais de construção de revestimento da via.

No período de coleta das amostras de PTS, ocorreram na cidade de Barra Longa operações relacionadas às obras civis, movimentação de solo e rejeito, incluindo como importantes fontes de emissão de material particulado: (1) vias de tráfego, (2) a movimentação de materiais e (3) o arraste eólico em áreas expostas. Além dessas fontes citadas, certamente outras fontes emissoras também contribuíram para a formação das Partículas Totais em Suspensão amostradas em Barra Longa nesse período, inclusive fontes naturais e outras fontes antropogênicas situadas dentro e distantes desta localidade, como já ocorria naturalmente antes das intervenções das ações de recuperação. No entanto, no período amostrado, considera-se que essas contribuições citadas por último (poeira típica que ocorria em Barra Longa antes do rompimento da Barragem de Fundão) tenham sido menos relevantes que aquelas oriundas das obras decorrentes das ações de recuperação.

Deste modo, é esperado que as PTS coletadas na estação de monitoramento da qualidade do ar em Barra Longa no período amostrado sejam originárias, majoritariamente, dos diferentes materiais movimentados e emitidos em Barra Longa por ocasião das obras de recuperação da cidade.

Para estimar quantitativamente a contribuição das diferentes fontes emissoras de material particulado nas concentrações atmosféricas de PTS, foi aplicado o modelo CMB 8.2 (*Chemical Mass Balance*), recomendado pela *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

O CMB é um modelo de qualidade do ar classificado como modelo receptor. Os modelos receptores consistem em procedimentos matemáticos ou estatísticos para identificar e quantificar a contribuição das fontes de poluição do ar em um dado local receptor, com base nas características químicas e físicas dos gases e partículas medidos nas fontes e nos receptores (USEPA, 2015).

O modelo receptor CMB trabalha com a solução de equações lineares que expressam cada concentração química no receptor como uma soma linear dos produtos entre as abundâncias das espécies nos perfis de fontes emissoras e as contribuições totais dessas fontes no receptor. Para cada execução do CMB, o modelo ajusta os dados especiados de um grupo específico de fontes aos dados correspondentes para um determinado receptor (USEPA, 2004).

As abundâncias das espécies, representadas pelas frações mássicas dos elementos ou substâncias químicas constituintes das fontes emissoras, e as concentrações dessas espécies no receptor, incluindo as estimativas de incertezas adequadas, são utilizadas como dados de entrada para o CMB. A saída do modelo fornece uma estimativa da contribuição de cada tipo de fonte no receptor analisado, bem como para cada uma das espécies químicas (USEPA, 2004).



Na presente análise, o modelo CMB não foi aplicado em toda sua plenitude, mas somente como ferramenta para obtenção de uma aproximação das contribuições das possíveis fontes emissoras de material particulado que potencialmente contribuíram para as concentrações de PTS coletadas em Barra Longa. Para uma aplicação mais ampla do CMB, seria necessário identificar e caracterizar quimicamente todas as demais fontes emissoras significativas de partículas existente em Barra Longa e nos seus arredores, o que não seria de execução viável no presente trabalho contratado.

Na aplicação do CMB, os perfis de PTS definidos na Tabela 7.2, para as campanhas 1 e 2, foram utilizados como perfis do receptor, enquanto que os perfis definidos pelas amostras de P04 (Parque de Exposições) e P05 (Vias), apresentados na Tabela 7.3, foram utilizados como perfis de referências para as fontes emissoras de material particulado supostamente mais relevantes no contexto em análise.

O CMB foi aplicado de forma independente, considerando o conjunto de perfis de receptor e de fontes para cada uma das 2 diferentes campanhas de amostragem realizadas em Barra Longa e materiais de solo e rejeito.

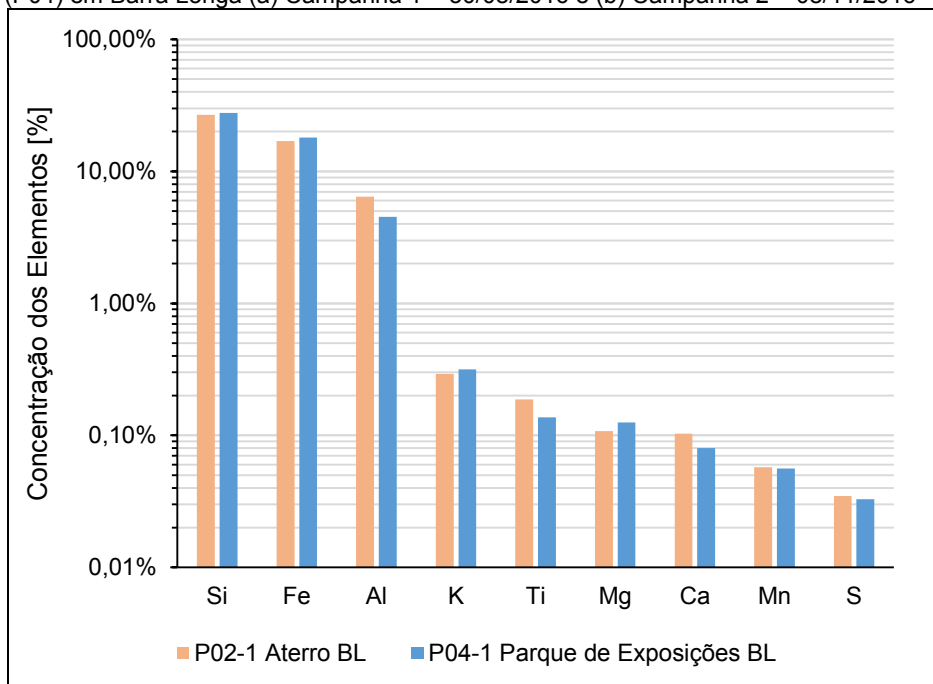
Como pode ser observado na Figura 7.1, os perfis definidos pelas amostras P02 (Aterro BL) e P04 (Parque de Exposições BL) são muito similares em relação às concentrações dos elementos que os definem. Por este motivo, para o modelo CMB, estes são perfis colineares, que neste caso representam o mesmo tipo de origem de partículas, ou seja, em ambos os casos, solos afetados pelo rejeito da Barragem de Fundão.

Dessa forma, os resultados obtidos, em termos de contribuição, para as emissões de MP provenientes da movimentação de materiais do Aterro de Rejeitos não puderam ser distinguidos das emissões de MP provenientes da movimentação de materiais do Parque de Exposições. Então, para efeitos de cômputo das contribuições, o perfil P04 (Parque de Exposições) foi considerado como o representante da categoria de Solos Afetados por Rejeito, material presente e movimentado tanto no Aterro de Rejeito, quanto no Parque de Exposições.

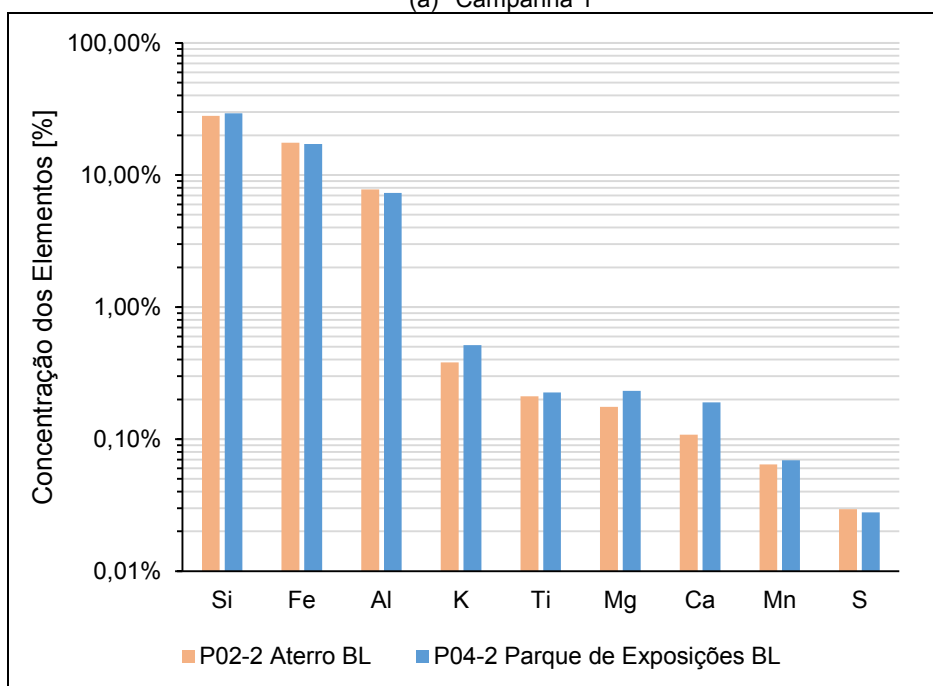
As amostras P01 (Rejeito de Fundão) e PB03 (Solo Baseline) também não foram consideradas no CMB, mas apenas utilizadas neste estudo para discernir o que seria considerado solo afetado pela lama da barragem e o que seria considerado solo não afetado.



Figura 7.1 – Percentuais em Massa dos Principais Elementos Químicos Detectados pelo Método PIXE nas Amostras de Solos do Aterro (P02) e do Parque de Exposição (P04) em Barra Longa (a) Campanha 1 – 30/08/2016 e (b) Campanha 2 – 08/11/2016



(a) Campanha 1



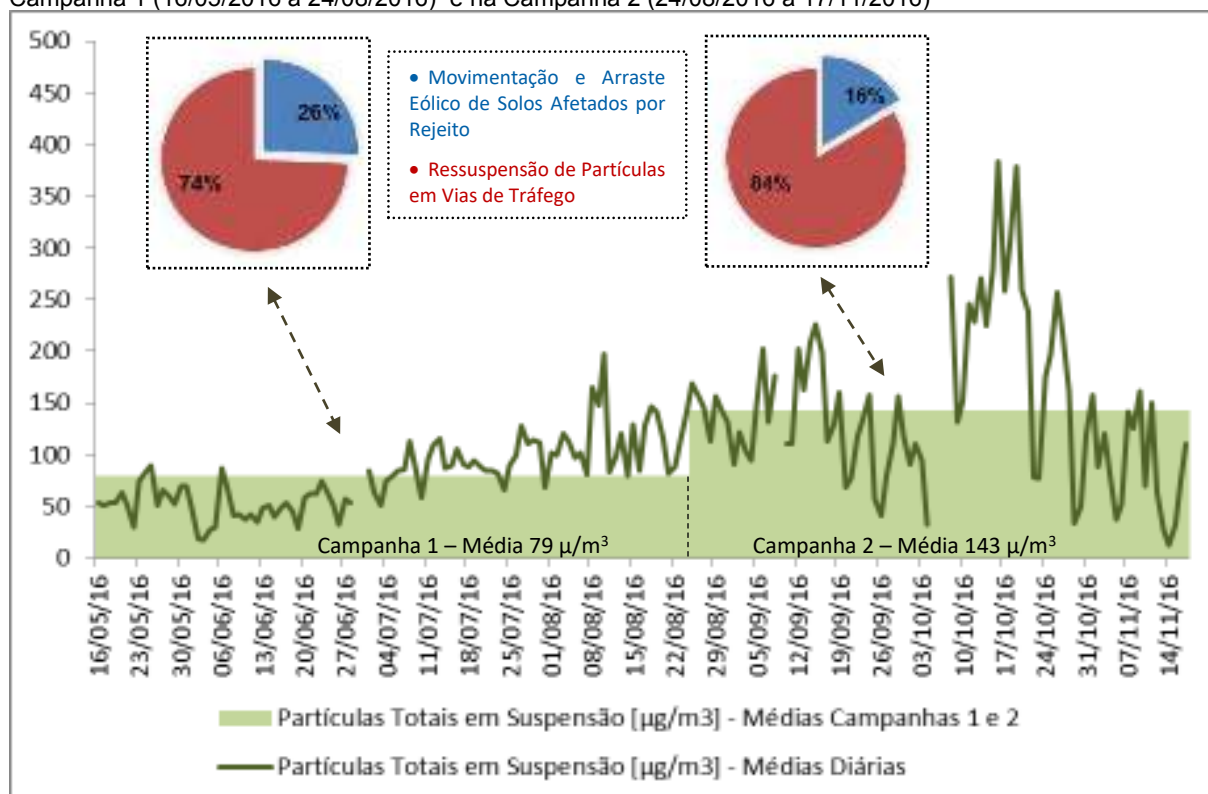
(b) Campanha 2

Em termos de contribuição para as concentrações de PTS medidas no local da estação de qualidade do ar em Barra Longa, os resultados do CMB indicam que as emissões atmosféricas provenientes da ressuspensão de poeira em vias de tráfego foram mais relevantes do que as contribuições originadas na movimentação e arraste eólico de Solos Afetados por Rejeito. A Figura 7.2 ilustra a participação relativa das fontes citadas. Os arquivos de saída o modelo CMB são apresentados no Anexo F.

Handwritten signature

Conforme descrito pelos resultados da modelagem CMB, no período de agosto a novembro/2016 observa-se o aumento da influência das emissões de vias de tráfego nas concentrações de PTS medidas em Barra Longa. Os percentuais de contribuição das vias de tráfego passaram de 74% na Campanha 1 (16/05/2016 a 24/08/2016) para a 84% na Campanha 2 (24/08/2016 a 17/11/2016).

Figura 7.2 – Evolução das Medições de PTS e Contribuição em Percentual das Principais Fontes de Emissão nas Concentrações de PTS Medidas na Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar em Barra Longa na Campanha 1 (16/05/2016 a 24/08/2016) e na Campanha 2 (24/08/2016 a 17/11/2016)



Nota: Ressalta-se novamente que os percentuais apresentados na Figura 7.2 são resultantes da aplicação do modelo CMB na qual foram consideradas apenas as fontes de emissão de material particulado mais relevantes no cenário atual da região de Barra Longa, tais como vias de tráfego, movimentação de materiais e arraste eólico em áreas expostas. Ou seja, demais fontes emissoras que também contribuíram para a formação das partículas em suspensão no período amostrado, inclusive fontes naturais e outras fontes antropogênicas (poeira que naturalmente já ocorria em Barra Longa antes do rompimento da Barragem Fundão) não foram identificadas e caracterizadas quimicamente neste trabalho, impossibilitando a consideração das mesmas na referida modelagem.

hi

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período analisado (01/01/2017 a 31/01/2017) não houve violação dos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990 para os poluentes regulamentados pela legislação brasileira (PM_{10} e PTS). Para o poluente $PM_{2,5}$, cujo monitoramento em Barra Longa-MG foi iniciado em 16/05/2016, apesar da inexistência de limites legais vigentes em âmbito nacional e no Estado de Minas Gerais, as médias de 24 horas do $PM_{2,5}$ obtidas no período situaram-se em níveis inferiores ao limite estabelecido pelo Decreto Estadual de São Paulo nº 59113/2013 ($60\mu g/m^3$ para médias de 24 horas - Meta Intermediária I), pelo padrão de qualidade do ar estabelecido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América ($35\mu g/m^3$ para médias de 24 horas) e também permaneceram em níveis inferiores ao limite preconizado pela Organização Mundial da Saúde ($25\mu g/m^3$ para médias de 24 horas).

Como regra geral, a busca por informações acerca dos valores de referência para $PM_{2,5}$ considerou como critério a notoriedade e reconhecimento público das instituições que recomendam os valores de referência. Assim, tais valores são utilizados apenas como critérios referenciais para avaliação da magnitude dos resultados obtidos no monitoramento em Barra Longa-MG frente às melhores práticas consideradas a nível mundial.

9. EQUIPE TÉCNICA



Luiz Cláudio D. Santolim

Coordenador Técnico
Mestre em Engenharia Ambiental
Engenheiro Mecânico
CREA: ES-4.531/D

Honofre Junior Daleprani

Engenheiro Mecânico

Ana Paula Souza Santos

Tecnóloga em Saneamento Ambiental

Eliezer Pimenta Rodrigues

Técnico de Operação

Luiz Guilherme do Carmo G. Bispo

Técnico de Operação

10. REFERÊNCIAS

BELO HORIZONTE, Deliberação Normativa COPAM nº 01 de 26 de maio de 1981. **Estabelece normas e padrões para qualidade do ar**. Publicada no Diário do Executivo do Estado de Minas Gerais em 02/06/1981.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 05 de 15 de junho de 1989. **Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar**. Publicada no Diário Oficial da União em 30/08/1989.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 03 de 28 de junho de 1990. **Estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para elaboração de planos de emergência nos casos de episódios críticos de poluição do ar**. Publicado no Diário Oficial da União em 22/09/1990.

ESPIRITO SANTO, Decreto nº 3463-R de 16 de dezembro de 2013. **Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatadas**. Publicada no Diário Oficial da União em 16/12/2013.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, United States Environmental Protection Agency (USEPA). **National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>>. Acesso em: maio de 2016.

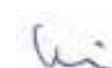
ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, United States Environmental Protection Agency (USEPA). **Receptor Modeling**. United States, 2015. Disponível em: <<http://www3.epa.gov/scram001/receptorindex.htm>>. Acesso em: agosto de 2015.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, United States Environmental Protection Agency (USEPA). **EPACMB8.2 Users Manual**. Draft Report, nº. EPA-452/R-04-011, United States, Dec. 2004. Disponível em: <<http://www3.epa.gov/ttn/scram/models/receptor/EPA-CMB82Manual.pdf>>. Acesso em: outubro de 2015.

EUROPA, World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe. **Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005**. Disponível em: <<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality>>. Acesso em: maio de 2016.

EUROPA, European Commission (EC). **Air quality standards**. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>>. Acesso em: maio de 2016.


SÃO PAULO, Decreto nº 59.113 de 23 de abril de 2013. **Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatadas**. Publicada no Diário Oficial da União em 23/04/2013.



ANEXO A - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO DOS SENSORES METEOROLÓGICOS

As Figuras A.1 a A.5 apresentam os certificados de calibração dos sensores meteorológicos utilizados pela estação móvel instalada em Barra Longa-MG.

Figura A.1 - Certificado de Calibração do Sensor de Precipitação Pluviométrica



Rua Amador Lopes Freixo, 111
 Santa Luzia, Vitória, ES, Brasil
 CEP: 25.056-165

www.ecosoft.com.br
 atendimento@ecosoft.com.br
 Tel: +55 27 3315 4493

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento	Sensor de Precipitação Pluviométrica 120x2 mm		
Número de Série	R73247	Ordem de Serviço	OC01600746
Data Calibração	20/12/2016	Cliente	EcoSoft
Certificado	CER 170037	Responsável	Rafael Norberto Campos Vaz

1. Procedimentos utilizados.
 A calibração é executada segundo o procedimento interno PC000506 recomendado pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos padrões de qualidade, previstos e repetibilidade adequados ao serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
PCS-V33-P1 – Vidraria com Volume Certificado	EUA2102	10/03/2015	V-2150115

3. Resultados finais

Referência (mL)	Sensor Pluviométrico – 0,2 mm				
	Valor Padrão (Pulso)	Valor Medido (Pulso)	Erro (Pulso)	Tolerância (Pulso)	Situação
325	32	31	0	± 1	OK
260	42	41	1	± 1	OK
162	25	26	1	± 1	OK

* 1 Pulso = 0,2 mL = 0,2 mm.

4. Diagnóstico Final.
 O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante sem quaisquer restrições.


 Gerente de Qualidade
 Assessoria Técnica de Equipamentos
 EcoSoft Consultoria e Soluções Ambientais Ltda

Figura A.2 - Certificado de Calibração do Sensor de Umidade Relativa do Ar e Temperatura do Ar



EcoSoft

Rua Anábyr Lopes França, 111
Santa Lucia, Vitória, ES, Brasil
CEP: 25.050-125

www.ecosoft.com.br
ata@ecosoft.com.br
Tel: +55 27 3315-4453

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento	1695-T-25 - Sensor de Umidade Relativa e Temperatura		
Número do Série	U12350	Ordem de Serviço	OCS1700744
Data Calibração	28/10/2015	Cliente	EcoSoft
Certificado	CFR160146	Responsável	Rafael Mendes Gonçalves

1. Procedimentos utilizados.
A calibração é executada segundo os procedimentos internos PCD00029 e PCD00307 recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos padrões de exatidão, precisão e repetibilidade adequados ao serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
Sensor de Umidade e Temp. - Humus	15522084	17/10/2015	1541010
Calibrador de Sensores Eletrônicos Preciso	118 12.02	18/10/2015	154258-101

3. Resultados finais

UMIDADE RELATIVA - APÓS A PREVENTIVA					Situação
Item	Intervalo medição	Sensor pedido	Sensor a calibrar	Erro ± 2	
1	10 - 25	23.0	24.9	1.9	OK
2	30 - 40	36.2	37.0	0.8	OK
3	60 - 80	69.9	64.1	5.8	OK
4	80 - 95	82.0	82.9	0.9	OK

TEMPERATURA			
Pontos	Sensor (KΩ)	Temperatura (°C)	Erro ± 1 (°C)
40,400 °C	13,250 KΩ	40,532 °C	0,432 °C
37,400 °C	16,640 KΩ	37,159 °C	0,759 °C
35,000 °C	20,670 KΩ	34,597 °C	0,757 °C
10,000 °C	35,350 KΩ	10,755 °C	0,755 °C
0,700 °C	32,370 KΩ	1,421 °C	0,721 °C

4. Diagnóstico Final.
O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante e sem quaisquer reclamações.




Gerente de Qualidade

Assessoria Técnica de Equipamentos
EcoSoft Control e Software Anticorrosão Ltda

hi

Figura A.3 - Certificado de Calibração do Sensor de Direção do Vento



Rua Arabyr Lopes França, 111
Santa Lucia, Moiná, ES, Brasil
CEP: 28.156-135

www.ecosoft.com.br
atendimento@ecosoft.com.br
Tel.: +55 27 3315-4403

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento	1044 - Sensor de Direção do Vento		
Número de Série	111-90	Ordem de Serviço	OC01801741
Data Calibração	28/12/2015	Cliente	EcoSoft
Certificado	CE0160313	Responsável	Rensson Manoel Gonçalves

1. Procedimentos utilizados.
A calibração é executada segundo os procedimentos internos FCD05104 recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instalação. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos padrões de exatidão, precisão e reprodutibilidade adequados ao serviço.

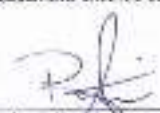
2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
Argo Wheel / Argus IV	EC040218	15/10/2015	157115
Processo Pressão Calibração / PC-501	119 12 01	15/10/2015	SP 154285-101
Fuke FLK-123	DE0260360	16/10/2015	154345-101

3. Resultados finais.

DIREÇÃO DO VENTO				
Força	Velocidade (Medida)	Erro (%)	Tolerância (%)	Situação
0°	0,072	0,072	3	OK
10°	10,000	0,000	3	OK
40°	40,000	1,000	3	OK
90°	80,000	0,072	3	OK
135°	120,700	0,700	3	OK
180°	170,000	-0,072	3	OK
225°	220,000	1,000	3	OK
270°	271,200	1,200	3	OK
315°	317,520	2,020	3	OK
352°	351,848	1,848	3	OK

4. Diagnóstico Final.
O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante e sem quaisquer restrições.


 Gerente de Qualidade
 Assistência Técnica de Equipamentos
 EcoSoft Corretiva e Soluções Ambientais Ltda.

hi

Figura A.4 - Certificado de Calibração do Sensor de Velocidade do Vento



Rua Análys Lopes França, 111
 Santa Helena, Vitória, ES, Brasil
 CEP: 29.066-156

www.ecosoft.com.br
 at@ecosoft.com.br
 Tel: +55 27 3716-6483

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento:	D14A - Sensor de Velocidade do Vento		
Número de Série:	B24C91	Ordem de Serviço:	OCS1500742
Data Calibração:	29/12/2015	Cliente:	EnoSoft
Certificado:	CEB160514	Responsável:	Rafael Marques Gonçalves

1. Procedimentos utilizados.
 A calibração é executada segundo os procedimentos internos PCD00506 recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos padrões de qualidade, precisão e repetibilidade adequados ao serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificação
Motor de corrente contínua Johnson / C4552	N/A	N/A	N/A
Fonte de alimentação / ICEL PS-6000	N/A	N/A	N/A

3. Resultados finais.

VELOCIDADE DO VENTO					
Intervalo de Velocidade (m/s)	Velocidade Convencional (m/s)	Velocidade Medida (m/s)	B/A (m/s)	Tolerância ± (m/s)	Status
0 a 5	0,00	0,01	0,01	0,50	OK
10 a 15	14,25	14,51	0,25	0,50	OK
20 a 25	23,01	23,09	0,05	0,50	OK
30 a 35	32,17	32,28	0,12	0,50	OK
40 a 45	41,41	41,52	0,11	0,50	OK


4. Diagnóstico Final.
 O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante e sem quaisquer ressalvas.



Gerente de Qualidade
 Assessoria Técnica de Equipamentos
 EcoSoft Consultoria e Softwares Ambientais Ltda.

hi

Figura A.5 - Certificado de Calibração do Translator



Rua Arcebispo Lopes, 111
Santa Luiza - Vitória, ES - Brasil
CEP: 25.255-135

www.ecosoft.com.br
info@ecosoft.com.br
Tel: +55 27 3215-4403

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento	TST RM - Translator		
Número de Série	15433	Ordem de Serviço	CCB77777
Data Calibração	10/11/2017	Cliente	Confitec
Certificado	CEB170001	Responsável	Rafael Martins Gonçalves

1. Procedimentos utilizados:
A calibração é realizada segundo os procedimentos internos PCE00003, recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos padrões de rastreabilidade e reparabilidade associados ao processo.

2. Equipamentos e materiais utilizados:

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
Protege Processos Calibrator / PC-607	174.12.25	12/10/2016	154285-101
Plata Industrial Scaphius / IHR-127	040202322	12/10/2016	154345-101

3. Resultados finais:

3.1 - Placa Volt Met 2275 - Tensões internas

Tensão	Valor medido	Tolerância (VDC)	Condição
+12 VDC em U3-6	12,21	±1	OK
-12 VDC em U3-5	-11,94	±1	OK
+5.000 VDC em U2-10	5,021	±0.021	OK
-5.000 VDC em U2-7	-5,022	±0.022	OK
+1.000 VDC em U2-15	1,022	±0.021	OK
-5.000 VDC em U2-4E	5,021	±0.020	OK
+11 VDC em U1-2	12,24	±1	OK

3.2 - Placa Mult Met 2270

Canais	Ponto	Valor Imputado	Resposta Ideal (VDC)	Resposta medida (VDC)	Tolerância (VDC)	Condição
V/V Canal 1	Zero	0.1V	0.044	0.046	±0.013	OK
	50%	27.062 Hz	2.974	2.978	±0.015	OK
	100%	41.843 Hz	4.075	4.076	±0.015	OK
V/V Canal 2	Zero	0.1V	0.000	0.000	±0.015	OK
	50%	27.062 Hz	2.992	2.990	±0.015	OK
	100%	41.843 Hz	5.000	5.001	±0.015	OK
T/A Canal 3	Zero	158.73 Hz	0.000	0.000	±0.015	OK
	20%	23.442 Hz	1.000	0.999	±0.015	OK
	100%	10.545 Hz	5.000	5.000	±0.015	OK
U/R Canal 4	Zero	0.5VDC	0.000	0.000	±0.015	OK
	50%	2.5 VDC	2.000	2.000	±0.015	OK
	100%	5.0V VDC	4.750	4.750	±0.015	OK
R/L Canal 5	Zero	0.1V	—	—	±0.015	OK
	50%	20.156 Hz	—	—	±0.015	OK
	100%	40.312 Hz	—	—	±0.015	OK
R/S Canal 6	Zero	0.1V	0.000	0.001	±0.015	OK
	50%	2.5 mV	2.000	2.450	±0.015	OK
	100%	17.0 mV	5.000	5.001	±0.015	OK
R/S Canal 7	Zero	0.1VDC	0.000	0.000	±0.015	OK
	50%	0.5 VDC	2.500	2.500	±0.015	OK
	100%	1.0 VDC	5.000	5.000	±0.015	OK

Cont. Figura A.5 - Certificado de Calibração do Translator

	Rua Amador Lopes Freixo, 111 Santa Lúcia, Vitória, ES, Brasil CEP: 25.055-195	www.ecosoft.com.br atendimento@ecosoft.com.br Tel: +55 27 3215-4423
---	---	---

4. Diagnóstico Final.
O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações de fabricação e sem quaisquer restrições.




Gerente de Qualidade
Assessoria Técnica de Equipamentos
EcoSoft Consultoria e Soluções Ambientais Ltda

hi

ANEXO B - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO DOS ANALISADORES DE PARTICULADO

As Figuras B.1 a B.5 apresentam os certificados de calibração dos analisadores de particulado BAM1020 e E-SAMPLER utilizados na estação de monitoramento em Barra Longa-MG.

Figura B.1 - Certificado de Calibração do Analisador de Particulado – BAM1020 (N/S: M5330)



Rua Antônio Lopes França, 111
Santa Lúcia, Vitória, ES, Brasil
CEP: 29.055-195

www.ecosoft.com.br
info@ecosoft.com.br
Tel: +55 27 3015-4480

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento	BAM 1020 - Monitor de Partículas		
Número de Série	M5330	Ordem de Serviço	QCS1900739
Data Calibração	21/12/2016	Cliente	Samarco - Barra Longa
Certificado	CE-579-2016	Responsável	Luiz Guilherme Ribeiro

1. Procedimentos utilizados.
Os procedimentos adotados durante a calibração são os recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados aderem aos padrões de escolha, precisão e repetibilidade adequados ao serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
Deflator 250 H - Flow Meter Ekin DryCal	110052	07/10/2016	CE0160531
RT-T-DM - Sensor de Umidade e Temperatura - HDT	16522222	17/10/2016	ES41195
UM2 - Sensor de Umidade Capacitiva	P41660	22/04/2016	LV15655-16-160

3. Resultados finais.

Calibração - Fluxo de Arrozão					
Fluxo	Calibração	Calibração	Desvio	Tolerância*	Status
Vazamento (L/min)	0,00	0,0	+ 0,3	± 1,0	OK
Fluxo 1 (L/min)	15,5	15,3	+ 0,2	± 0,02	OK
Fluxo 2 (L/min)	18,4	18,4	0,0	± 0,23	OK
Fluxo 3 (L/min)	16,7	16,7	0,0	± 0,57	OK

Parâmetros Calibrados					
Parâmetro	Indicador	Calibração	Desvio	Tolerância*	Status
Pressão (mmHg)	729	729	0,0	± 0,15	OK
Temperatura (°C)	20,7	20,7	0,0	± 1,0	OK

* Tolerância obtida de acordo com o manual de fabricação.

4. Diagnóstico Final.
O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante e sem quaisquer restrições.



Fernando L. V. Santos
 Gerente de Qualidade
 Assessoria Técnica de Equipamentos
 EcoSoft Consultoria e Software Ambiental Ltda.

Figura B.2 - Certificado de Calibração do Analisador de Particulado – BAM1020 (N/S: H10294)



Rua Anália Lopes França, 111
Serra Loba, Vitória, ES, Brasil
CEP: 29.066-105

www.ecosoft.com.br
400@ecosoft.com.br
Tel.: +55 27 3919-4038

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento	BAM 1020 - Monitor de Particulados		
Número de Série	H10294	Ordem de Serviço	00.81992741
Data Calibração	20/12/2015	Cliente	Samarco - Serra Loba
Certificado	CEH-00010	Responsável	Dr. Edmar Basso

1. Procedimentos utilizados.
Os procedimentos adotados durante a calibração são os recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos critérios de qualidade, precisão e repetibilidade adotados no serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
Calibra 220 H - Fluxo Vela; Fluxo, Vela, Cal	110513	01/10/2015	CEH160533
RHT-04 - Sensores Umidade e Temperatura - NIST	18620001	17/10/2015	RE44116
CEI - Sensores de Pressão Barométrica	P11262	20/04/2015	LV10055-15-100

3. Resultados finais.

Calibração - Fluxo de Arrozado					
Fluxo	Referencial	Calibração	Desvio	Tolerância*	Situação
Vazamento (L/min)	0,00	0,3	+ 0,3	± 1,0	OK
Fluxo 1 (L/min)	15,0	15,2	+ 0,2	± 0,60	OK
Fluxo 2 (L/min)	15,4	15,5	+ 0,1	± 0,45	OK
Fluxo 3 (L/min)	15,7	15,7	0,0	± 0,67	OK

Parâmetros Calibração					
Parâmetro	Referência	Calibração	Desvio	Tolerância*	Situação
Pressão (mmHg)	729	722	- 0,7	± 0,70	OK
Temperatura (°C)	39,7	39,7	0,0	± 1,0	OK

* Tolerância calculada conforme normas do fabricante.

4. Diagnóstico Final.
O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante e sem qualquer restrição.

Dr. Edmar Basso

Assinatura de Qualidade

Assessoria Técnica de Equipamentos

EcoSoft Consultoria e Soluções Ambientais Ltda

Figura B.3 - Certificado de Calibração do Analisador de Particulado – BAM1020 (N/S:T14972)



EcoSoft

Rua Aníbal Lopes França, 111
Santa Lúcia, Vitória, ES, Brasil
CEP: 29.054-106

www.ecosoft.com.br
info@ecosoft.com.br
Tel.: +55 27 3315-4489

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Equipamento	BAM 1020 - Monitor de Particulados		
Número de Série	T14972	Ordem de Serviço	OC51830685
Data Calibração	29/11/2016	Cliente	EcoSoft
Certificado	CER160332	Responsável	Luz Guilhermo Bago

1. Procedimentos utilizados.
Os procedimentos executados durante a calibração são os recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos padrões de exatidão, precisão e repetibilidade adequados ao serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados:

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
Definer 220 H - Flow Meter Bios DryCal	110512	01/10/2016	CER160553
3331 - Sensor de Umidade e Temperatura - Contemp	14-36683	12/12/2015	10963/15
662 - Sensor de Pressão Barométrica	P11093	20/04/2016	LV15055-16-R0

3. Resultados finais.

Calibração - Fluxo de Arroz					
Fluxo	Referência	Calibração	Desvio	Tolerância*	Situação
Vazamento (Lpm)	0,00	0,1	+ 0,1	± 1,0	OK
Fluxo 1 (Lpm)	15,0	15,0	0,0	± 0,65	OK
Fluxo 2 (Lpm)	16,4	16,4	0,0	± 0,74	OK
Fluxo 3 (Lpm)	16,7	16,6	+ 0,1	± 0,67	OK

Parâmetros Calibrados					
Parâmetro	Referência	Calibração	Desvio	Tolerância*	Situação
Pressão (mmHg)	729	729	0,0	± 0,75	OK
Temperatura (°C)	34,2	34,2	0,0	± 1,0	OK


* Tolerância estabelecida conforme manual do fabricante.

4. Diagnóstico Final.
O Equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante e sem quaisquer restrições.



Guarato de Qualidade
Assistência Técnica de Equipamentos
EcoSoft Consultoria e Software Ambientais Ltda.

Figura B.4 - Certificado de Calibração do Analisador de Particulado – E-Sampler (N/S:J2149)



EcoSoft

Rua Krazy Lopes Fátima, 111
Santa Lúcia, Vitória, ES, Brasil
CEP: 29064-196

www.ecosoft.com.br
Atendimento: 0800 37 101
Tel: +55 27 35-54623

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO – CER160200

Equipamento	E-Sampler - Monitor de Partículas		
Número da Série	02129	Código de Serviço	003100010
Data Calibração	12/06/2015	Unidade	Porto de
Certificado	020102200	Responsável	Diana Gomes Pinheiro

1. Procedimentos utilizados.
Os procedimentos empregados para a calibração são os recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de instruções. Os instrumentos e materiais utilizados obedecem aos padrões de qualidade, precisão e repetibilidade adequados ao serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento/Material	Número da Série	Data Calibração	Certificado
Modelo 222 H - Flow Meter Data Design	121107	04/03/2015	10045
Fluorescência Air Sampler E-Sampler	02129	22/01/2015	CER160010
2501 - Sensor de Umidade e Temperatura	14-30860	17/02/2015	1006015
022 - Sensor de Pressão Relativa	P11960	20/05/2015	LV15005-TR-01

3. Resultados finais.

Perímetros Calibrados

Parâmetro	Padrão	E-Sampler	Erro	Tolerância	Situação
Temp. ambiente (°C)	25,4	25,4	+0,1	± 1,00	OK
RFI (Hz)	55,0	45,0	-10,0	± 5,00	OK
Pressão Rel. (mb)	1013,07	1012,27	-0,80	± 0,25	OK
Humidade	77,0	77,0	0,00	± 0,10	OK

* Erro calculado pela diferença entre o valor encontrado no E-Sampler e o valor encontrado no Padrão.
** A tolerância é calculada conforme recomendação do fabricante.

Parâmetros de Calibração


Parâmetro	Resultado
Contagem de Spon (mg/m³)	5,500
Contagem de Laser (mg/m³ e d)	10,0

* Este parâmetro pode variar dependendo do fabricante do laser.


Principais Resultados de Calibração:

Parâmetro	Unidade Padrão	Unidade E-Sampler	Correção	Tolerância	Situação
Resultado Final (mg/m³)	1,245	1,051	-0,194	± 0,05	OK

* Tolerância calculada a partir da diferença entre o valor encontrado no E-Sampler e o valor encontrado no Padrão.
** A unidade de medida é dada em mg/m³, portanto, para obter as condições de calibração.




4. Diagnóstico Final.
O equipamento encontra-se operando dentro das especificações do fabricante e sem qualquer restrição.
Vitória, 12 de maio de 2015.



Diana Gomes Pinheiro
Até - Atendimento Técnico de Equipamentos
Gerente Comercial e Soluções Ambientais Ltda.

hi

Figura B.5 - Certificado de Calibração do Analisador de Particulado – E-Sampler (N/S:J2150)



EcoSoft

Rua Aracy, 100 - Fátima, Vila Rica, RJ
CEP: 20146-100

www.ecosoft.com.br
atendimento@ecosoft.com.br
Tel: +55 21 3014-1400

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO – CER180199

Equipamento	E-Sampler - Modelo de Particulado	Ordem de Serviço	CCS180199
Número de Série	J2150	Cliente	DoSoft
Data Calibração	14/02/2016	Responsável	Deis Wilson Pavesi
Certificado	CER180199		

1. Procedimentos utilizados.

Os procedimentos utilizados durante a calibração são os recomendados pelo fabricante do equipamento, em seu manual de Instrução. Os instrumentos e materiais utilizados atendem aos padrões de qualidade, precisão e repetibilidade adequados ao serviço.

2. Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamento / Modelo	Número de Série	Data Calibração	Certificado
ANALISADOR DE PARTÍCULOS DO SOFTEC	121051	24/02/16	1044
Equipamento: E-Sampler E-Sampler	2150	22/01/2016	CER150178
2001 - Câmara de Imersão e Temperatura	1430008	17/12/2015	1088215
002 - Câmara de Partículas Remoção	211005	20/04/2016	1715555-16-02

3. Resultados finais.

Partículas Calibradas

Partículas	Padrão	Resultado	Erro	Tolerância**	Situação
Tubo Câmara ISO	20.5	20.2	0.3	± 1.00	OK
PM10	43.0	43.0	0.0	± 1.00	OK
Partículas Remoção	1012.20	1012.20	0.0	± 1.25	OK
Partículas	1.00	1.00	0.00	± 0.10	OK

* Erro calculado pela diferença entre o valor encontrado no E-Sampler e o valor encontrado no Padrão.
 ** Apreciação da qualidade conforme recomendação do fabricante.

Parâmetros de Calibração


Parâmetro	Registro
Corrente de Spray (mg/min)	2.410
Corrente do Laser (mW) (+/-)	16.3

* Esta parâmetro pode variar dependendo do fabricante do bico.

Principais Resultados de Calibração

Resultado Final		Resultado Padrão		Condição Diferença		Tolerância**		Situação	
Resultado Final (mg/min)	1.045	Resultado Padrão	1.045	Diferença	0.0%	Tolerância**	± 0%	Situação	OK


* Erro calculado pela diferença entre o valor encontrado no E-Sampler e o valor encontrado no Padrão.
 ** Apreciação da qualidade conforme recomendação do fabricante.



4. Diagnóstico Final.

O Equipamento encontra-se dentro dos requisitos do fabricante e sem quaisquer restrições.

Vista: 10 de maio de 2016.



Responsável pela Qualidade:
 ATP - Associação Técnica de Equipamentos
 EcoSoft Consultoria e Soluções Ambientais Ltda.

hi

ANEXO C – DADOS DE QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA DA ESTAÇÃO

DADOS DE QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA – ESTAÇÃO MÓVEL DE MONITORAMENTO AMBIENTAL – BARRA LONGA, MG

Período dos Dados: da 00:30 de 01/01/2017 às 23:30 de 31/01/2017

Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
01/01/2017 00:30	77		33		12		19,8		57		87		0		0,71		88	
01/01/2017 01:30	68		28		11		19		66		118		0		0,69		90,5	
01/01/2017 02:30	73		28		8		18,5		59		73		0		0,64		91,4	
01/01/2017 03:30	123		42		10		18,2		22		101		0		0,9		90,5	
01/01/2017 04:30	73		38		13		17,8		62		149		0		0,69		92,4	
01/01/2017 05:30	59		22		7		18,4		18		87		0		1,11		88,8	
01/01/2017 06:30	44		19		5		19,1		54		53		0		0,67		88,2	
01/01/2017 07:30	42		23		7		20,4		48		279		0		1,16		83,9	
01/01/2017 08:30	61		23		4		24,5		61		51		0		1,04		68,8	
01/01/2017 09:30	88		27		2		28,8		46		79		0		1,52		54,4	
01/01/2017 10:30	89		31		3		30,6		57		83		0		1,72		49,4	
01/01/2017 11:30	88		28		6		32,5		46		82		0		1,9		44,5	
01/01/2017 12:30	69		26		4		33,7		41		90		0		2,08		41,1	
01/01/2017 13:30	72		33		5		35		56		87		0		2,03		38,3	
01/01/2017 14:30	79		29		5		36		31		79		0		2,13		35,7	
01/01/2017 15:30	80		28		2		36,2		30		78		0		2,04		34,3	
01/01/2017 16:30	106		40		1		35,4		27		89		0		1,79		34,8	
01/01/2017 17:30	78		24		985	IE	33		24		94		0		1,2		40	
01/01/2017 18:30	152		53		14		29		48		73		0		0,88		53,3	
01/01/2017 19:30	122		49		9		25,8		61		204		0		0,72		67	
01/01/2017 20:30	102		39		8		23,9		76		226		0		0,63		75,1	
01/01/2017 21:30	112		41		6		23,1		68		97		0		0,72		78,7	
01/01/2017 22:30	40		17		7		22		69		232		0		0,65		82,7	
01/01/2017 23:30	38		11		4		21,4		60		61		0		0,69		85,1	
02/01/2017 00:30	28		11		4		20,6		73		120		0		0,6		88,6	
02/01/2017 01:30	22		7		3		20,7		56		89		0		0,73		87,6	
02/01/2017 02:30	19		5		1	VR	20,6		39		78		0		0,71		88	
02/01/2017 03:30	38		19		14		20,2		32		84		0		0,66		89,6	



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
02/01/2017 04:30	38		12		7		20		43		345		0		0,56		90,2	
02/01/2017 05:30	101		27		2		20,3		28		74		0		0,79		88,7	
02/01/2017 06:30	72		21		4		21,1		33		356		0		0,87		86,6	
02/01/2017 07:30	58		23		3		22,7		49		264		0		1,06		80,2	
02/01/2017 08:30	129		41		6		26,4		58		51		0		1,06		65,2	
02/01/2017 09:30	138		48		6		29,7		48		85		0		1,36		51,7	
02/01/2017 10:30	103		38		5		31,9		53		85		0		1,5		46,7	
02/01/2017 11:30	85		28		5		33,6		45		89		0		1,64		41,2	
02/01/2017 12:30	101		32		3		35,5		48		80		0		1,65		34,8	
02/01/2017 13:30	81		29		1	VR	36,5		83		85		0		1,58		30,9	
02/01/2017 14:30	166		60		1	VR	37,8		43		77		0		1,94		29,8	
02/01/2017 15:30	135		47		985	IE	35,7		25		87		0		1,41		34,1	
02/01/2017 16:30	103		35		15		32,6		39		158		0		0,83		46,2	
02/01/2017 17:30	107		43		10		30,2		47		260		0		0,91		55,1	
02/01/2017 18:30	94		33		7		28,8		66		250		0		0,83		59	
02/01/2017 19:30	58		26		8		26,4		45		222		0		0,61		69,4	
02/01/2017 20:30	38		17		10		26,2		51		256		0		0,91		68,3	
02/01/2017 21:30	46		23		7		25,7		59		165		0		0,76		71,1	
02/01/2017 22:30	51		21		7		25,6		63		275		0		1,08		70,2	
02/01/2017 23:30	42		17		6		24,8		57		109		0		0,96		73,8	
03/01/2017 00:30	28		12		5		23,8		76		203		0		0,67		77,6	
03/01/2017 01:30	24		12		6		23		75		185		0		0,65		81,1	
03/01/2017 02:30	20		10		9		22		59		213		0		0,61		85	
03/01/2017 03:30	51		31		31		21,5		61		100		0		0,71		86,7	
03/01/2017 04:30	59		35		23		21,2		56		175		0		0,69		88,1	
03/01/2017 05:30	50		20		12		21,2		57		149		0		0,6		88,4	
03/01/2017 06:30	58		21		7		22,2		51		331		0		0,73		84	
03/01/2017 07:30	202		69		7		23,9		61		44		0		0,77		76,8	
03/01/2017 08:30	143		47		8		26,3		47		270		0		0,94		64,8	
03/01/2017 09:30	123		49		7		30,2		66		94		0		1,31		52	
03/01/2017 10:30	151		54		9		32,9		72		91		0		1,39		44,6	
03/01/2017 11:30	122		49		8		35,1		64		93		0		1,59		39,5	
03/01/2017 12:30	179		60		8		35,3		39		91		0		1,92		38,5	



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
03/01/2017 13:30	180		55		6		34,9		31		91		0		1,75		39,2	
03/01/2017 14:30	157		52		7		33,8		24		87		0		1,62		42,5	
03/01/2017 15:30	110		35		8		30,4		25		88		0		1,09		54	
03/01/2017 16:30	100		35		13		29,6		37		90		0		0,86		57,5	
03/01/2017 17:30	122		48		11		29		43		184		0		0,63		62,7	
03/01/2017 18:30	135		48		11		27,6		56		123		0		0,64		70,4	
03/01/2017 19:30	73		31		9		26,4		67		302		0		0,58		74,5	
03/01/2017 20:30	56		31		10		25,4		62		205		0		0,57		79,1	
03/01/2017 21:30	51		20		10		24,6		70		229		0		0,52		81,4	
03/01/2017 22:30	47		19		6		24,2		65		183		0		0,58		82,9	
03/01/2017 23:30	34		14		3		23,6		75		196		0		0,5		84,8	
04/01/2017 00:30	24		12		3		22,6		63		229		0		0,57		86,6	
04/01/2017 01:30	20		12		2		21,8		73		202		0		0,61		87,2	
04/01/2017 02:30	19		16		2		21,2		53		217		0		0,57		88,4	
04/01/2017 03:30	66		43		50	IU	21		62		168		0		0,66		89	
04/01/2017 04:30	34		16		3		21,5		49		87		0		0,76		86,6	
04/01/2017 05:30	56		23		3		21,2		33		95		0		0,9		87,7	
04/01/2017 06:30	134		45		3		22,1		22		82		0		1,01		85,2	
04/01/2017 07:30	133		44		8		23,9		42		85		0		1,15		77	
04/01/2017 08:30	245		72		9		26,8		27		88		0		1,72		65,9	
04/01/2017 09:30	197		57		9		28,6		25		85		0		1,99		58,8	
04/01/2017 10:30	217		65		7		30,5		27		90		0		2,41		50	
04/01/2017 11:30	155		53		6		32,2		29		88		0		2,24		43,6	
04/01/2017 12:30	217		66		6		33,6		34		90		0		2,3		39,6	
04/01/2017 13:30	178		60		6		34,8		35		82		0		2,26		36,9	
04/01/2017 14:30	291		87		5		35,9		29		86		0		2,36		34,4	
04/01/2017 15:30	337		99		1	VR	35,5		22		94		5,2	IU	2,59		34	
04/01/2017 16:30	249		74		985	IE	1,6	IU	45	IU	119	IU	2,4	IU	11,45	IU	34,2	IU
04/01/2017 17:30	177		46		8		34,1		21		87		0		2,11		37,8	
04/01/2017 18:30	95		28		8		30,2		44		77		0		1,26		49,6	
04/01/2017 19:30	92		32		7		27,3		69		297		0		0,8		62,4	
04/01/2017 20:30	46		25		7		25		52		226		0		0,71		73	
04/01/2017 21:30	45		20		8		24,4		65		108		0		0,88		75,7	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
04/01/2017 22:30	38		13		5		23,3		64		184		0		0,84		81,1	
04/01/2017 23:30	33		12		2		22,6		45		91		0		0,84		83,4	
05/01/2017 00:30	23		6		1		21,9		60		150		0		0,78		86,1	
05/01/2017 01:30	18		3		3		21,2		59		133		0		0,9		88,7	
05/01/2017 02:30	19		7		6		20,9		61		106		0		0,79		89,6	
05/01/2017 03:30	38		27		25		20,4		61		110		0		0,78		91	
05/01/2017 04:30	34		20		8		20,1		62		92		0		0,75		91,2	
05/01/2017 05:30	45		12		5		19,9		44		103		0		0,77		91,4	
05/01/2017 06:30	153		35		5		20,7		33		97		0		0,85		89	
05/01/2017 07:30	80		36		16		22,9		73		184		0		0,65		81,5	
05/01/2017 08:30	185		48		7		27,4		42		92		0		1,77		64,6	
05/01/2017 09:30	195		58		8		29,7		26		91		0		2,13		56,8	
05/01/2017 10:30	167		61		11		30,8		25		87		0		2,14		52,8	
05/01/2017 11:30	108		44		8		32,6		38		81		0		2,01		46,9	
05/01/2017 12:30	205		75		15		34,1		47		94		0		1,96		42,4	
05/01/2017 13:30	200		62		19		35,5		28		93		0		2,53		39,7	
05/01/2017 14:30	179		59		11		36,1		39		97		0		2,18		37,8	
05/01/2017 15:30	186		64		7		36,9		28		86		0		2,17		36	
05/01/2017 16:30	234		73		6		36,6		25		83		0		2,09		35,4	
05/01/2017 17:30	117		43		12		33,7		22		93		0		1,66		41,6	
05/01/2017 18:30	103		29		11		29,7		57		82		0		0,93		53,8	
05/01/2017 19:30	69		22		8		27		59		233		0		0,73		65,8	
05/01/2017 20:30	68		26		8		25,4		59		197		0		0,82		72,5	
05/01/2017 21:30	42		19		6		24,1		77		212		0		0,76		78,4	
05/01/2017 22:30	31		11		7		23,5		74		96		0		0,86		80,6	
05/01/2017 23:30	31		11		4		22,7		70		146		0		0,75		84,5	
06/01/2017 00:30	29		9		4		22		68		110		0		0,68		87,3	
06/01/2017 01:30	22		6		4		21,6		61		101		0		0,81		88,6	
06/01/2017 02:30	20		5		3		21		73		148		0		0,67		90,5	
06/01/2017 03:30	28		7		10		20,8		38		94		0		0,78		91	
06/01/2017 04:30	34		18		9		20,4		56		121		0		0,72		91,8	
06/01/2017 05:30	62		24		8		20,3		48		97		0		0,82		91,6	
06/01/2017 06:30	70		28		8		21		58		269		0		0,81		90,4	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
06/01/2017 07:30	95		35		9		23		61		267		0		0,86		82,6	
06/01/2017 08:30	197		50		10		27,1		59		91		0		1,48		68	
06/01/2017 09:30	250		78		8		30		30		86		0		1,98		59,5	
06/01/2017 10:30	158		56		9		31,4		67		69		0		1,5		54	
06/01/2017 11:30	124		43		6		32,9		66		73		0		1,63		48,7	
06/01/2017 12:30	241		87		13		34,1		50		81		0		1,82		45,5	
06/01/2017 13:30	230		77		9		36,5		29		87		0		2,4		39,4	
06/01/2017 14:30	238		81		5		36,8		31		90		0		2,57		37,5	
06/01/2017 15:30	260		80		985	IE	36,7		28		95		0		2,34		36,9	
06/01/2017 16:30	143		43		6		34,3		24		92		0		1,76		43,2	
06/01/2017 17:30	92		30		6		32,6		20		94		0		1,4		47,2	
06/01/2017 18:30	66		18		4		29,8		23		88		0		1,17		55,9	
06/01/2017 19:30	86		29		7		27,6		62		171		0		0,73		66,7	
06/01/2017 20:30	85		31		7		26,2		75		82		0		0,74		73,4	
06/01/2017 21:30	79		27		4		25,3		66		91		0		0,83		77,1	
06/01/2017 22:30	59		27		6		24,3		58		98		0		0,76		81,3	
06/01/2017 23:30	40		14		5		23,8		58		136		0		0,84		83,8	
07/01/2017 00:30	47		16		3		23,9		55		99		0		0,8		83,9	
07/01/2017 01:30	42		13		1		24,1		44		94		0		0,96		82,7	
07/01/2017 02:30	31		12		2		24		56		99		0		0,97		82,5	
07/01/2017 03:30	81		61		32		22,8		55		193		0		0,77		87,8	
07/01/2017 04:30	47		32		33		22,2		63		207		0		0,63		90,1	
07/01/2017 05:30	46		21		7		22,1		60		54		0		0,75		90	
07/01/2017 06:30	57		20		4		22,7		47		74		0		0,87		87,8	
07/01/2017 07:30	97		33		3		25		54		109		0		1,05		77,5	
07/01/2017 08:30	95		27		7		27,6		42		89		0		1,49		65,7	
07/01/2017 09:30	143		43		9		30,2		27		90		0		2,24		55,3	
07/01/2017 10:30	140		45		5		32,1		27		86		0		2,48		49,1	
07/01/2017 11:30	130		46		5		33,5		28		90		0		2,81		44,4	
07/01/2017 12:30	79		29		4		34,1		26		88		0		2,72		42,5	
07/01/2017 13:30	99		35		5		34,5		24		89		0		2,82		41,5	
07/01/2017 14:30	106		43		6		35,4		23		96		0		2,89		38,5	
07/01/2017 15:30	129		44		7		35,8		24		89		0		2,76		37	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
07/01/2017 16:30	106		34		5		35,3		21		80		0		2,46		35,8	
07/01/2017 17:30	141		45		6		33,5		20		85		0		2,24		38	
07/01/2017 18:30	106		30		8		30		37		84		0		1,38		47,3	
07/01/2017 19:30	80		25		5		26,8		73		253		0		0,74		60,8	
07/01/2017 20:30	122		44		6		25,3		61		61		0		0,93		68,4	
07/01/2017 21:30	57		16		7		23,5		56		223		0		0,74		76,3	
07/01/2017 22:30	100		37		7		22,9		65		84		0		0,86		78,9	
07/01/2017 23:30	57		23		6		21,7		63		205		0		0,67		83,9	
08/01/2017 00:30	46		16		5		21,2		72		76		0		0,72		85,6	
08/01/2017 01:30	36		8		4		20,8		43		117		0		1,02		86,7	
08/01/2017 02:30	29		9		3		20,8		46		109		0		0,88		86,4	
08/01/2017 03:30	27		10		6		20,1		26		90		0		1		87,5	
08/01/2017 04:30	31		12		7		19,7		40		78		0		0,91		88,5	
08/01/2017 05:30	44		17		7		19,6		55		68		0		0,77		89	
08/01/2017 06:30	33		11		4		20,4		61		168		0		0,77		85,3	
08/01/2017 07:30	40		15		4		22,8		50		263		0		1,05		75,8	
08/01/2017 08:30	64		19		2		26,6		65		95		0		1,38		61,7	
08/01/2017 09:30	75		24		4		30,6		46		100		0		1,77		48,6	
08/01/2017 10:30	83		26		6		32,5		41		81		0		2,1		43,5	
08/01/2017 11:30	85		25		5		33,9		36		89		0		2,37		39,2	
08/01/2017 12:30	80		22		4		35,1		31		86		0		2,41		35,7	
08/01/2017 13:30	81		33		1		36,3		29		86		0		2,52		31,9	
08/01/2017 14:30	89		28		1		37		25		89		0		2,64		28,5	
08/01/2017 15:30	102		32		2		36,1		28		91		0		2,48		27,1	
08/01/2017 16:30	4985	IE	1985	IE	985	IE	34,1		30		96		0		1,74		29,3	
08/01/2017 17:30	4985	IE	1985	IE	985	IE	32,6		21		92		0		1,41		31,7	
08/01/2017 18:30																		
08/01/2017 19:30																		
08/01/2017 20:30																		
08/01/2017 21:30																		
08/01/2017 22:30																		
08/01/2017 23:30																		
09/01/2017 00:30																		

hi



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
09/01/2017 01:30																		
09/01/2017 02:30																		
09/01/2017 03:30																		
09/01/2017 04:30																		
09/01/2017 05:30																		
09/01/2017 06:30																		
09/01/2017 07:30																		
09/01/2017 08:30																		
09/01/2017 09:30																		
09/01/2017 10:30																		
09/01/2017 11:30																		
09/01/2017 12:30																		
09/01/2017 13:30																		
09/01/2017 14:30																		
09/01/2017 15:30																		
09/01/2017 16:30																		
09/01/2017 17:30																		
09/01/2017 18:30																		
09/01/2017 19:30																		
09/01/2017 20:30																		
09/01/2017 21:30																		
09/01/2017 22:30																		
09/01/2017 23:30																		
10/01/2017 00:30																		
10/01/2017 01:30																		
10/01/2017 02:30																		
10/01/2017 03:30																		
10/01/2017 04:30																		
10/01/2017 05:30																		
10/01/2017 06:30																		
10/01/2017 07:30																		
10/01/2017 08:30																		
10/01/2017 09:30																		



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
10/01/2017 10:30																		
10/01/2017 11:30																		
10/01/2017 12:30																		
10/01/2017 13:30																		
10/01/2017 14:30																		
10/01/2017 15:30																		
10/01/2017 16:30																		
10/01/2017 17:30																		
10/01/2017 18:30																		
10/01/2017 19:30																		
10/01/2017 20:30																		
10/01/2017 21:30																		
10/01/2017 22:30																		
10/01/2017 23:30																		
11/01/2017 00:30																		
11/01/2017 01:30																		
11/01/2017 02:30																		
11/01/2017 03:30																		
11/01/2017 04:30																		
11/01/2017 05:30																		
11/01/2017 06:30																		
11/01/2017 07:30																		
11/01/2017 08:30																		
11/01/2017 09:30																		
11/01/2017 10:30																		
11/01/2017 11:30																		
11/01/2017 12:30																		
11/01/2017 13:30																		
11/01/2017 14:30	4985	IU	1985	IU	985	IU	35,5	IU	34	IU	90	IU	0	IU	1,83	IU	47,6	IU
11/01/2017 15:30	73		27		2		31,4		32		83		0		2,28		53,6	
11/01/2017 16:30	45		12		3		31,8		31		75		0		1,84		49,9	
11/01/2017 17:30	41		15		2		30,1		32		83		0		1,32		56,6	
11/01/2017 18:30	46		14		1		27,5		68		262		0		2,68		60,8	

Wi



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
11/01/2017 19:30	14		10		1		23,9		50		264		0		1,17		78,7	
11/01/2017 20:30	11		4		1	VR	22,7		52		248		0,2		0,94		85,4	
11/01/2017 21:30	14		4		1	VR	22,5		58		273		0		1,26		85,3	
11/01/2017 22:30	20		6		1		22,7		55		252		0		0,84		85,1	
11/01/2017 23:30	16		6		3		22,2		52		141		0		0,83		88,2	
12/01/2017 00:30	13		7		2		21,6		39		231		0		0,75		90,7	
12/01/2017 01:30	17		7		1	VR	21,5		40		258		0		0,81		91,6	
12/01/2017 02:30	17		5		1		22		72		158		0		0,65		89,7	
12/01/2017 03:30	39		25		19		22		29		83		0		0,84		90,3	
12/01/2017 04:30	25		15		10		21,7		52		114		0		0,68		91,3	
12/01/2017 05:30	24		12		6		21,5		46		120		0		0,7		92,9	
12/01/2017 06:30	36		21		6		21,9		57		108		0		0,67		90,3	
12/01/2017 07:30	44		24		4		23,9		70		81		0		0,84		80,9	
12/01/2017 08:30	50		22		3		26,9		75		326		0		1,12		68,1	
12/01/2017 09:30	58		17		1	VR	29,9		63		79		0		1,57		58,9	
12/01/2017 10:30	66		20		1	VR	31,9		46		88		0		1,49		53,6	
12/01/2017 11:30	61		25		1		32,3		59		79		0		1,4		53	
12/01/2017 12:30	56		20		1	VR	34,8		63		67		0		1,61		46,6	
12/01/2017 13:30	41		11		1		34,7		69		90		0		1,54		46	
12/01/2017 14:30	56		20		2		37		69		298		0		1,6		38,1	
12/01/2017 15:30	140		31		2		35,4		52		267		0,2		2,51		41,1	
12/01/2017 16:30	4985	IE	115	IE	8		23,7		56		84		2,2		2,01		82,5	
12/01/2017 17:30	4985	IE	1985	IE	5		22,4		67		203		0,4		0,82		90	
12/01/2017 18:30	4985	IE	1985	IE	1		22,3		47		227		0,4		0,71		92,8	
12/01/2017 19:30	4985	IE	1985	IE	985	IE	22,2		61		224		0		0,74		92,5	
12/01/2017 20:30	4985	IE	1985	IE	985	IE	22,4		37		92		0		1,19		92,8	
12/01/2017 21:30	4985	IE	1985	IE	985	IE	22,1		58		162		0		0,79		93,3	
12/01/2017 22:30	20		7		3		21,9		74		92		0		0,73		93,8	
12/01/2017 23:30	19		6		3		22,2		35		96		0		1,07		93	
13/01/2017 00:30	23		7		3		22,2		25		102		0,4		0,9		93	
13/01/2017 01:30	24		9		1		21,8		56		235		0,2		0,78		95,2	
13/01/2017 02:30	25		10		1	VR	21,9		48		245		0		0,83		94,8	
13/01/2017 03:30	74		67		47		22		42		252		0,2		0,71		91,3	

Wi



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
13/01/2017 04:30	33		23		7		21,5		49		122		0,4		0,91		92,5	
13/01/2017 05:30	18		16		6		21,4		35		98		0		0,81		93,6	
13/01/2017 06:30	19		8		2		21,8		55		189		0		0,65		91,5	
13/01/2017 07:30	33		18		1	VR	23		44		57		0		0,75		85,8	
13/01/2017 08:30	27		9		2		23,8		45		288		0,2		0,9		81,9	
13/01/2017 09:30	18		9		1		24,3		37		70		0,4		0,96		83,2	
13/01/2017 10:30	19		10		1		24,6		57		271		0,8		0,99		83,3	
13/01/2017 11:30	46		19		1		25,3		53		260		0,4		1,27		79,2	
13/01/2017 12:30	40		11		3		27,9		49		82		0		1,48		69	
13/01/2017 13:30	66		20		3		29,3		33		91		0		1,63		64,1	
13/01/2017 14:30	86		30		4		29,1		22		90		0		1,89		65,9	
13/01/2017 15:30	91		31		3		28,3		26		84		0		1,33		69,4	
13/01/2017 16:30	41		10		3		27,9		23		71		0		1,18		71,5	
13/01/2017 17:30	38		9		985	IE	27		18		86		0		1,22		77,3	
13/01/2017 18:30	31		9		1	VR	25,7		47		104		0		0,83		84,9	
13/01/2017 19:30	30		10		985	IE	24,6		63		187		0		0,62		90,2	
13/01/2017 20:30	28		11		1	VR	24,2		55		192		0		0,61		91,2	
13/01/2017 21:30	30		20		985	IE	23,8		51		215		0		0,56		92,7	
13/01/2017 22:30	25		11		1	VR	23,8		51		87		0		0,73		93,3	
13/01/2017 23:30	33		16		1		23,4		45		233		0		0,59		93,7	
14/01/2017 00:30	31		15		2		23		44		191		0		0,65		94,8	
14/01/2017 01:30	19		13		1		23,2		24		90		0		0,83		92,4	
14/01/2017 02:30	24		9		2		23		20		93		0		0,76		92,6	
14/01/2017 03:30	23		20		4		22,9		17		96		0		0,69		92,8	
14/01/2017 04:30	34		14		5		22,7		41		103		0		0,64		93,4	
14/01/2017 05:30	29		16		4		22,7		15		90		0,2		0,79		94,7	
14/01/2017 06:30	28		8		4		22,7		28		96		2,2		0,79		95,4	
14/01/2017 07:30	20		9		5		23,1		22		101		0,6		0,89		93,4	
14/01/2017 08:30	24		10		4		24		41		93		0		0,83		87,8	
14/01/2017 09:30	20		6		1	VR	25,8		48		61		0		1,05		79,6	
14/01/2017 10:30	30		3		1	VR	27,7		59		83		0		1,08		68,1	
14/01/2017 11:30	28		5		1	VR	29,6		30		76		0		1,92		63,7	
14/01/2017 12:30	48		16		1	VR	30,4		27		90		0		2,02		63	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
14/01/2017 13:30	51		13		1		31,1		23		79		0		2,22		61,5	
14/01/2017 14:30	39		18		1	VR	29		23		87		0		1,8		67,9	
14/01/2017 15:30	47		14		1		27,3		44		88		1,6		1,31		73,5	
14/01/2017 16:30	27		12		6		26,6		28		87		0,6		1,18		81,2	
14/01/2017 17:30	34		9		5		26,4		35		97		0		0,97		79,5	
14/01/2017 18:30	27		9		4		23,5		56		272		9,6		1,62		89,4	
14/01/2017 19:30	18		8		5		22,2		41		269		4,2		1,4		97	
14/01/2017 20:30	19		5		6		22		52		243		1,2		0,69		97,3	
14/01/2017 21:30	19		6		985	IE	22,2		58		241		0,6		0,78		97,3	
14/01/2017 22:30	13		8		1	VR	22		70		276		14		1,09		97,2	
14/01/2017 23:30	19		6		985	IE	21,8		50		235		2,4		0,7		98,2	
15/01/2017 00:30	12		1		1	VR	21,6		35		208		1		0,56		98,1	
15/01/2017 01:30	18		1	VR	1	VR	21,8		70		310		0,6		0,55		98,2	
15/01/2017 02:30	24		4		1	VR	21,8		60		191		0,2		0,5		97,9	
15/01/2017 03:30	27		7		1	VR	21,8		40		169		0		0,52		98	
15/01/2017 04:30	35		24		8		21,9		66		104		0		0,53		97,8	
15/01/2017 05:30	27		18		7		21,8		43		184		0		0,54		97,7	
15/01/2017 06:30	20		13		5		22,4		55		88		0		0,76		96,5	
15/01/2017 07:30	23		10		3		23,9		20		92		0		1,3		88,9	
15/01/2017 08:30	27		7		3		26,1		22		91		0		1,75		76,9	
15/01/2017 09:30	20		8		2		27,6		29		83		0		1,81		69,4	
15/01/2017 10:30	33		7		1		28		22		94		0		2,09		69,3	
15/01/2017 11:30	16		6		3		29,6		25		88		0		2,09		64,2	
15/01/2017 12:30	19		3		1		32,5		45		69		0		1,95		53	
15/01/2017 13:30	16		2		1	VR	32		36		79		0		2,02		54	
15/01/2017 14:30	29		5		1	VR	30,9		26		86		0		1,93		58,7	
15/01/2017 15:30	23		5		2		30,1		20		88		0		1,85		63,2	
15/01/2017 16:30	34		6		3		29,5		22		93		0		2,08		64,9	
15/01/2017 17:30	28		9		4		27,2		24		92		0		1,7		72,6	
15/01/2017 18:30	22		10		3		25,5		25		90		0		1,62		78,1	
15/01/2017 19:30	14		7		1		24,4		27		92		0		1,14		82,4	
15/01/2017 20:30	14		6		1		24		27		96		0		0,97		84,2	
15/01/2017 21:30	19		9		985	IE	23,5		55		119		0		0,63		86,2	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
15/01/2017 22:30	23		13		4		23,2		63		132		0		0,56		88,7	
15/01/2017 23:30	25		9		1		23,1		47		98		0		0,53		89,7	
16/01/2017 00:30	25		6		3		22,8		42		188		0		0,56		90,2	
16/01/2017 01:30	25		9		3		22,6		41		108		0		0,65		92,2	
16/01/2017 02:30	25		19		4		22,5		27		214		0		0,54		92,6	
16/01/2017 03:30	34		22		9		22,7		41		89		0		0,73		92,8	
16/01/2017 04:30	25		13		8		22,5		21		80		0		0,67		93,1	
16/01/2017 05:30	45		19		6		22,7		58		188		0		0,55		92,3	
16/01/2017 06:30	52		19		8		23,4		57		26		0,2		0,56		88,6	
16/01/2017 07:30	24		13		9		23,4		41		58		2		0,69		92,3	
16/01/2017 08:30	46		18		10		24,4		70		308		0		0,71		86,8	
16/01/2017 09:30	38		11		9		25,3		48		272		6,8		1,59		81,5	
16/01/2017 10:30	17		11		7		22		54		279		9,2		1,11		95,6	
16/01/2017 11:30	8		8		3		22,3		32		269		1,4		1,3		94,2	
16/01/2017 12:30	18		1		1	VR	24,7		72		290		0,2		0,98		82,1	
16/01/2017 13:30	24		1		1	VR	27,8		51		77		0		1,53		69	
16/01/2017 14:30	22		6		1	VR	29,9		47		78		0		1,44		60,6	
16/01/2017 15:30	36		15		1	VR	29,7		62		268		0		1,57		58	
16/01/2017 16:30	45		10		1	VR	26,7		19		268		0		1,86		67,8	
16/01/2017 17:30	38		12		2		26,6		37		263		0		1,26		70	
16/01/2017 18:30	42		20		2		24,5		40		227		0		0,74		82,7	
16/01/2017 19:30	36		11		1		22,5		68		208		0		0,64		91,3	
16/01/2017 20:30	36		17		1	VR	21,8		51		208		0		0,59		94,1	
16/01/2017 21:30	33		13		1	VR	21,4		57		210		0		0,6		95,3	
16/01/2017 22:30	35		25		1	VR	21,1		50		220		0		0,59		96,1	
16/01/2017 23:30	39		20		2		21		83		144		0		0,52		96,4	
17/01/2017 00:30	36		19		3		20,8		33		150		0		0,61		96,3	
17/01/2017 01:30	30		16		2		20,9		22		94		0		0,95		95,6	
17/01/2017 02:30	24		15		1		21		34		87		0		0,74		95,3	
17/01/2017 03:30	18		10		1	VR	20,5		55		307		0		0,73		96,5	
17/01/2017 04:30	24		7		3		20,5		63		62		0		0,65		96,1	
17/01/2017 05:30	24		6		2		20,2		45		43		0		0,76		97,2	
17/01/2017 06:30	30		5		1	VR	20,3		39		288		0		0,91		96,1	



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
17/01/2017 07:30	39		7		1		21,3		52		277		0		0,76		91,4	
17/01/2017 08:30	50		18		6		25,3		57		90		0		1,32		73,9	
17/01/2017 09:30	68		25		6		29,2		44		74		0		2,09		56	
17/01/2017 10:30	61		23		4		30,8		25		92		0		2,43		51,4	
17/01/2017 11:30	97		35		4		31,9		24		90		0		2,9		46,7	
17/01/2017 12:30	89		27		4		32,6		24		89		0		2,76		42,4	
17/01/2017 13:30	179		38		5		33,8		24		90		0		2,67		38	
17/01/2017 14:30	110		29		3		35,4		22		88		0		2,86		34,6	
17/01/2017 15:30	112		31		3		34,3		21		89		0		2,53		35,9	
17/01/2017 16:30	117		35		2		33,5		25		88		0		2,62		38,9	
17/01/2017 17:30	52		10		2		30,5		15		84		0		3		46,5	
17/01/2017 18:30	35		10		2		27,2		28		87		0		2,01		57,4	
17/01/2017 19:30	55		11		2		24,7		57		212		0		0,65		71,5	
17/01/2017 20:30	36		13		3		22,9		53		238		0		0,56		81,3	
17/01/2017 21:30	28		19		2		21,7		33		230		0		0,6		87,7	
17/01/2017 22:30	22		6		1	VR	20,9		47		228		0		0,62		90,9	
17/01/2017 23:30	22		7		2		20,4		59		193		0		0,74		93,1	
18/01/2017 00:30	18		8		2		20,2		63		125		0		0,65		93,5	
18/01/2017 01:30	17		5		1	VR	19,7		54		213		0		0,62		94,9	
18/01/2017 02:30	16		5		1	VR	19,4		60		96		0		0,71		96	
18/01/2017 03:30	20		8		1	VR	19,3		59		148		0		0,68		96,2	
18/01/2017 04:30	16		9		1	VR	19,6		45		9		0		0,86		95,6	
18/01/2017 05:30	20		8		1	VR	19,8		44		345		0		0,85		93,6	
18/01/2017 06:30	39		8		1		20,5		51		70		0		0,68		90,7	
18/01/2017 07:30	45		16		5		22,3		64		164		0		0,66		84	
18/01/2017 08:30	88		22		3		25,4		23		79		0		1,44		70,9	
18/01/2017 09:30	92		27		1	VR	29,7		23		81		0		2,4		52,7	
18/01/2017 10:30	119		34		4		31,6		23		82		0		2,71		47,4	
18/01/2017 11:30	90		28		6		32,8		21		78		0		2,99		43,4	
18/01/2017 12:30	167		52		6		33,6		22		91		0		2,76		40,9	
18/01/2017 13:30	121		32		6		34,2		27		83		0		2,78		37,2	
18/01/2017 14:30	116		28		5		35,6		23		85		0		2,54		34	
18/01/2017 15:30	163		49		4		35,6		21		81		0		2,53		32,8	

hi



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
18/01/2017 16:30	123		37		5		34,7		16		81		0		2,65		33	
18/01/2017 17:30	64		22		4		32,3		16		86		0		2,69		36,3	
18/01/2017 18:30	69		20		3		27,5		60		39		0		0,83		55,2	
18/01/2017 19:30	44		15		3		23,8		62		231		0		0,7		72,7	
18/01/2017 20:30	45		15		3		22,6		61		64		0		0,97		78	
18/01/2017 21:30	33		15		5		20,9		59		220		0		0,81		85,2	
18/01/2017 22:30	25		10		3		19,9		32		223		0		0,65		90,2	
18/01/2017 23:30	20		10		3		19,5		56		225		0		0,61		91,9	
19/01/2017 00:30	18		9		2		18,9		61		204		0		0,63		94,1	
19/01/2017 01:30	16		8		1	VR	18,9		57		106		0		0,67		93,1	
19/01/2017 02:30	12		6		1	VR	18,4		62		114		0		0,64		95	
19/01/2017 03:30	27		20		2		18,2		41		103		0		0,9		95,1	
19/01/2017 04:30	20		7		6		18,1		69		22		0		0,77		95,1	
19/01/2017 05:30	17		6		4		18,3		40		304		0		0,91		95,9	
19/01/2017 06:30	42		8		4		18,6		43		308		0		0,91		94,1	
19/01/2017 07:30	41		17		2		20,1		29		262		0		1,24		87	
19/01/2017 08:30	80		27		3		23,2		60		282		0		0,96		76,2	
19/01/2017 09:30	94		35		7		27,4		52		309		0		1,18		61,2	
19/01/2017 10:30	102		30		7		29,4		54		81		0		1,47		56,1	
19/01/2017 11:30	100		37		6		31,5		46		84		0		1,82		49,5	
19/01/2017 12:30	96		46		19		31,8		61		81		0		1,59		46,9	
19/01/2017 13:30	94		31		9		34,4		40		75		0		2,03		40,1	
19/01/2017 14:30	108		38		6		35,3		35		88		0		1,95		36,2	
19/01/2017 15:30	169		64		3		35,1		33		92		0		1,99		36,1	
19/01/2017 16:30	139		45		4		34,2		20		85		0		2,26		37,9	
19/01/2017 17:30	81		26		1		29,7		41		74		0		1,03		52,3	
19/01/2017 18:30	53		24		3		26,4		44		238		0		0,69		68,5	
19/01/2017 19:30	41		20		3		24,2		29		234		0		0,71		77,8	
19/01/2017 20:30	48		14		8		23,2		60		98		0		0,76		82,1	
19/01/2017 21:30	34		14		6		22		65		220		0		0,65		86,9	
19/01/2017 22:30	27		12		5		21,3		60		142		0		0,74		89,1	
19/01/2017 23:30	19		12		4		20,9		67		167		0		0,67		91	
20/01/2017 00:30	19		10		4		20,5		79		96		0		0,69		92,2	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
20/01/2017 01:30	19		7		3		20,1		48		107		0		0,68		93,3	
20/01/2017 02:30	18		7		1	VR	19,9		44		110		0		0,85		93,3	
20/01/2017 03:30	47		36		32		19,7		56		198		0		0,71		94,2	
20/01/2017 04:30	36		19		11		19,6		61		166		0		0,65		94,5	
20/01/2017 05:30	28		14		5		19,6		74		88		0		0,67		94,1	
20/01/2017 06:30	56		24		1		20,4		57		286		0		0,98		90,7	
20/01/2017 07:30	63		24		2		22		51		273		0		1,09		83,7	
20/01/2017 08:30	61		21		5		24,7		67		266		0		1,21		73,7	
20/01/2017 09:30	113		38		4		29,6		32		90		0		2,29		52,5	
20/01/2017 10:30	134		47		6		31		33		93		0		2,45		46,6	
20/01/2017 11:30	68		27		4		32,1		41		102		0		2,18		44	
20/01/2017 12:30	97		34		8		33		60		86		0		1,96		42,5	
20/01/2017 13:30	151		48		6		34,8		41		84		0		2,21		38,1	
20/01/2017 14:30	141		43		3		34,8		23		85		0		2,18		35,9	
20/01/2017 15:30	141		48		5		34,6		26		77		0		2,1		35,9	
20/01/2017 16:30	70		23		3		34,1		45		78		0		1,62		36,7	
20/01/2017 17:30	81		29		1	VR	32,2		50		76		0		1,07		42,7	
20/01/2017 18:30	55		25		3		26,8		22		232		0		0,83		67	
20/01/2017 19:30	69		22		6		24,5		69		239		0		0,73		76,1	
20/01/2017 20:30	53		17		4		23,2		74		174		0		0,76		81,1	
20/01/2017 21:30	40		9		2		23,1		68		108		0		0,85		81,8	
20/01/2017 22:30	27		15		2		22,6		40		192		0		0,8		84,3	
20/01/2017 23:30	18		13		2		21,5		61		184		0		0,71		88,8	
21/01/2017 00:30	24		12		1	VR	21,1		72		102		0		0,6		90,1	
21/01/2017 01:30	44		9		1	VR	21,2		21		88		0		0,94		88,3	
21/01/2017 02:30	16		8		1		20,6		41		101		0		0,79		89,8	
21/01/2017 03:30	23		8		2		20		77		87		0		0,61		92,3	
21/01/2017 04:30	41		23		14		19,7		64		86		0		0,62		93,3	
21/01/2017 05:30	28		7	VR	7		19,5		24		89		0		0,9		93,4	
21/01/2017 06:30	44		10		2		20,3		48		91		0		0,92		89,2	
21/01/2017 07:30	45		21		1		22,4		29		267		0		1,42		80,8	
21/01/2017 08:30	63		12		3		25,3		77		281		0		0,93		70,2	
21/01/2017 09:30	45		13		3		30		72		1		0		1,39		53,6	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
21/01/2017 10:30	59		25		5		32,1		51		93		0		2,13		45	
21/01/2017 11:30	39		15		3		32,7		36		96		0		2,04		43,3	
21/01/2017 12:30	52		25		3		34,5		45		90		0		2,12		39,5	
21/01/2017 13:30	48		17		2		35,4		38		83		0		2,2		35,6	
21/01/2017 14:30	55		19		1	VR	36,7		33		87		0		2,22		31,8	
21/01/2017 15:30	55		18		2		36,8		46		71		0		1,97		31	
21/01/2017 16:30	61		25		1	VR	35,6		35		74		0		2,01		32,4	
21/01/2017 17:30	51		14		4		33,2		29		86		0		1,38		38,6	
21/01/2017 18:30	61		23		4		28,1		72		218		0		0,87		59,9	
21/01/2017 19:30	53		22		3		25,1		33		177		0		0,97		72,7	
21/01/2017 20:30	50		20		4		23,9		77		199		0		0,77		77,7	
21/01/2017 21:30	42		17		2		23,9		41		105		0		0,88		78,4	
21/01/2017 22:30	31		13		1		23,7		20		91		0		1,04		78,5	
21/01/2017 23:30	31		10		1		23,3		51		90		0		0,94		81,6	
22/01/2017 00:30	24		8		1	VR	22,8		18		88		0		0,99		83,1	
22/01/2017 01:30	20		8		3		22,6		54		97		0		0,89		84	
22/01/2017 02:30	18		8		2		22,3		58		87		0		0,71		85,7	
22/01/2017 03:30	4985	IE	8		1		21,9		67		107		0		0,69		88,4	
22/01/2017 04:30	17		9		1		22		21		97		0		0,96		87,9	
22/01/2017 05:30	30		9		5		21,5		31		99		0		0,69		90	
22/01/2017 06:30	30		9		4		22,5		61		315		0		0,88		85,9	
22/01/2017 07:30	40		11		2		23,4		18		74		0		1		83,1	
22/01/2017 08:30	35		16		3		25,6		69		2		0		0,87		73,2	
22/01/2017 09:30	28		10		3		27		72		66		0		0,91		64,1	
22/01/2017 10:30	27		9		4		28,9		71		338		0		1,22		55	
22/01/2017 11:30	36		10		2		31,6		67		31		0		1,46		47	
22/01/2017 12:30	52		20		1	VR	33,4		42		70		0		2,02		42,7	
22/01/2017 13:30	56		18		4		33,9		30		84		0		2,48		39,8	
22/01/2017 14:30	52		18		3		33,2		33		94		0		1,8		38,7	
22/01/2017 15:30	41		15		1		33,9		32		94		0		1,9		36	
22/01/2017 16:30	47		13		1	VR	33,8		25		90		0		1,68		34	
22/01/2017 17:30	51		18		1	VR	31,6		22		83		0		1,32		40,5	
22/01/2017 18:30	33		13		1	VR	27,7		52		233		0		0,77		57,7	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
22/01/2017 19:30	41		16		1		24		58		236		0		0,76		74,1	
22/01/2017 20:30	42		13		3		23		86		162		0		0,8		78,8	
22/01/2017 21:30	33		13		2		21,9		67		190		0		0,8		83,1	
22/01/2017 22:30	38		13		1		21,4		72		100		0		0,82		84,6	
22/01/2017 23:30	4985	IE	11		1		20,6		49		220		0		0,6		88,6	
23/01/2017 00:30	20		6		1	VR	20,6		56		91		0		0,76		87,5	
23/01/2017 01:30	18		1	VR	1	VR	19,8		59		215		0		0,62		91,3	
23/01/2017 02:30	13		1	VR	1	VR	19,4		70		194		0		0,64		92,3	
23/01/2017 03:30	77		59		58		19		74		140		0		0,58		93,9	
23/01/2017 04:30	20		2		4		18,9		63		83		0		0,66		93,2	
23/01/2017 05:30	42		7		7		18,6		57		174		0		0,62		94	
23/01/2017 06:30	44		11		4		19,5		76		38		0		0,72		90,1	
23/01/2017 07:30	69		26		2		22,2		65		18		0		0,94		79,4	
23/01/2017 08:30	63		26		4		24,3		40		288		0		1,08		72,3	
23/01/2017 09:30	85		33		1		26,6		52		280		0		1,02		65	
23/01/2017 10:30	88		32		5		29,1		71		53		0		1,27		55,6	
23/01/2017 11:30	72		37		10		30,9		72		81		0		1,37		49,8	
23/01/2017 12:30	111		38		14		33,3		69		82		0		1,66		42,9	
23/01/2017 13:30	114		38		8		33,4		36		95		0		2		41,7	
23/01/2017 14:30	122		41		6		33		35		89		0		1,98		43,9	
23/01/2017 15:30	139		36		5		32,1		36		97		0		1,49		43,9	
23/01/2017 16:30	158		56		4		32		36		90		0		1,47		44	
23/01/2017 17:30	67		18		1		31,6		24		80		0		1,34		43,7	
23/01/2017 18:30	52		18		1		26,5		52		240		0		0,72		63,8	
23/01/2017 19:30	51		22		3		23,4		37		236		0		0,74		77,3	
23/01/2017 20:30	53		28		2		22,6		66		215		0		0,71		81,6	
23/01/2017 21:30	29		8		2		21,7		75		235		0		0,69		85,7	
23/01/2017 22:30	19		6		1	VR	21		43		216		0		0,62		88,5	
23/01/2017 23:30	20		8		1	VR	20,6		46		197		0		0,63		90,6	
24/01/2017 00:30	17		8		1	VR	20,5		48		131		0		0,66		91	
24/01/2017 01:30	13		5		1	VR	20,1		81		100		0		0,68		92,2	
24/01/2017 02:30	11		3		3		19,8		73		124		0		0,63		93,1	
24/01/2017 03:30	30		9	VR	9		19,6		53		128		0		0,66		94,3	



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
24/01/2017 04:30	36		17		14		19,5		57		249		0		0,54		93,9	
24/01/2017 05:30	45		12		7		19,7		65		261		0		0,7		93,8	
24/01/2017 06:30	51		12		6		20,5		58		312		0		0,76		90,1	
24/01/2017 07:30	95		27		5		21,9		61		31		0		0,76		84,6	
24/01/2017 08:30	737	IU	122	IU	6	IU	24,1		36		60		0		1,07		78,3	
24/01/2017 09:30	189	IU	58	IU	4	IU	26		17		84		0		1,79		72,3	
24/01/2017 10:30	149	IU	37	IU	2	IU	28,9		28		82		0		1,86		59,2	
24/01/2017 11:30	152		44		3		30,5		27		84		0		1,82		52,5	
24/01/2017 12:30	288	IU	90	IU	16	IU	32		36		89		0		2,16		47,3	
24/01/2017 13:30	400	IU	115	IU	4	IU	33,4		26		80		0		2,29		43,7	
24/01/2017 14:30	257	IU	84	IU	7	IU	33,5		19		84		0		2,53		43,3	
24/01/2017 15:30	155		44		6		35		31		82		0		2,06		38,6	
24/01/2017 16:30	163		44		3		33,1		34		85		0		1,33		42,7	
24/01/2017 17:30	113		36		5		30,1		46		98		0		0,84		54,8	
24/01/2017 18:30	56		20		5		26,5		46		238		0		0,66		70	
24/01/2017 19:30	121		31		4		25,2		69		128		0		0,8		75,1	
24/01/2017 20:30	44		14		4		24		64		226		0		0,71		80,6	
24/01/2017 21:30	48		17		6		23,4		70		168		0		0,8		83,5	
24/01/2017 22:30	51		10		5		22,7		62		208		0		0,63		86,4	
24/01/2017 23:30	27		15		3		22,3		60		102		0		0,77		88	
25/01/2017 00:30	19		10		2		21,7		71		119		0		0,61		90	
25/01/2017 01:30	25		8		3		21,2		53		116		0		0,68		91,8	
25/01/2017 02:30	30		6		3		21,3		46		99		0		0,72		90,9	
25/01/2017 03:30	28		11		4		20,9		24		86		0		0,69		92,1	
25/01/2017 04:30	25		13		5		20,6		27		96		0		0,72		93,1	
25/01/2017 05:30	92		22		4		21,2		20		86		0		0,77		90,1	
25/01/2017 06:30	171		44		6		21,7		45		81		0		0,8		88,7	
25/01/2017 07:30	157		62		36		24,1		63		53		0		0,84		80	
25/01/2017 08:30	311		75		7		26,6		46		85		0		1,17		69,8	
25/01/2017 09:30	172		55		6		29,3		32		85		0		1,6		58,9	
25/01/2017 10:30	175		49		6		31		34		80		0		1,77		52,1	
25/01/2017 11:30	127		38		7		33,5		21		80		0		2,51		44,5	
25/01/2017 12:30	190		59		9		34,3		31		94		0		2,5		43	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
25/01/2017 13:30	123		43		6		35,8		31		84		0		2,46		39,1	
25/01/2017 14:30	139		43		5		36,8		24		85		0		2,66		36,5	
25/01/2017 15:30	125		34		3		36,5		22		88		0		2,43		36,7	
25/01/2017 16:30	158		46		4		35,9		22		85		0		2,28		37,5	
25/01/2017 17:30	78		22		5		33,2		24		92		0		1,61		44	
25/01/2017 18:30	48		16		3		29,4		28		85		0		1,12		55,4	
25/01/2017 19:30	61		22		4		26,8		66		238		0		0,71		67,8	
25/01/2017 20:30	50		20		7		25,2		73		114		0		0,83		75	
25/01/2017 21:30	47		12		3		23,8		59		228		0		0,66		81,1	
25/01/2017 22:30	30		10		3		22,7		49		213		0		0,66		85,7	
25/01/2017 23:30	19		6		3		22,5		42		83		0		0,79		86,5	
26/01/2017 00:30	17		15		1	VR	21,9		53		88		0		0,79		88,9	
26/01/2017 01:30	20		3		1	VR	21,4		50		93		0		0,74		90,4	
26/01/2017 02:30	14		2		1	VR	21		25		83		0		0,87		91,8	
26/01/2017 03:30	67		54		55		20,6		69		119		0		0,66		92,8	
26/01/2017 04:30	24		11		8		20,6		63		110		0		0,68		92,4	
26/01/2017 05:30	33		17		5		21,3		47		273		0		0,85		90,1	
26/01/2017 06:30	70		24		3		22,2		54		58		0		0,81		86,7	
26/01/2017 07:30	77		29		5		24,7		36		284		0		1,26		77,2	
26/01/2017 08:30	113		52		7		25,6		40		280		0		1,4		74,6	
26/01/2017 09:30	117		42		7		28,7		56		79		0		1,17		58,9	
26/01/2017 10:30	112		42		4		31,5		30		85		0		2,29		47,6	
26/01/2017 11:30	88		37		5		33,4		38		75		0		1,94		42,1	
26/01/2017 12:30	101		41		5		34,9		41		82		0		2,28		38,5	
26/01/2017 13:30	106		39		3		36,1		57		69		0		2,09		35,7	
26/01/2017 14:30	122		51		4		37,2		50		76		0		1,91		33,9	
26/01/2017 15:30	103		38		6		37,6		36		75		0		2		33,3	
26/01/2017 16:30	112		38		4		36,6		26		85		0		1,99		34,7	
26/01/2017 17:30	96		28		3		34,6		18		84		0		2,26		37,6	
26/01/2017 18:30	58		17		11		30		53		67		0		0,89		51,4	
26/01/2017 19:30	53		26		9		26,2		50		266		0		0,69		67,9	
26/01/2017 20:30	47		22		6		24,4		62		93		0		0,83		74,5	
26/01/2017 21:30	36		17		3		22,7		58		250		0		0,71		80,8	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m³]	Flag	Valor [µg/m³]	Flag	Valor [µg/m³]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
26/01/2017 22:30	29		10		3		21,5		72		225		0		0,74		85,7	
26/01/2017 23:30	20		11		3		20,6		68		189		0		0,76		89	
27/01/2017 00:30	19		9		3		20,1		54		100		0		0,7		90	
27/01/2017 01:30	17		6		3		19,5		37		109		0		0,82		91,4	
27/01/2017 02:30	23		6		2		19		60		96		0		0,79		92,7	
27/01/2017 03:30	27		9		4		18,9		47		95		0		0,82		91,6	
27/01/2017 04:30	25		11		4		19		56		32		0		0,71		93,3	
27/01/2017 05:30	52		19		4		19,1		31		75		0		0,98		90,4	
27/01/2017 06:30	52		23		5		19,4		48		53		0		0,91		90,1	
27/01/2017 07:30	62		23		5		20,2		42		265		0		1,26		88,1	
27/01/2017 08:30	111		37		9		24,3		40		297		0		1,37		73	
27/01/2017 09:30	151		53		7		30,2		23		86		0		2,73		51,6	
27/01/2017 10:30	138		50		6		32,2		26		90		0		2,84		45,7	
27/01/2017 11:30	81		19		4		33,6		24		88		0		2,88		41,5	
27/01/2017 12:30	110		31		3		35,2		26		88		0		2,58		38,1	
27/01/2017 13:30	124		40		4		36,6		21		87		0		2,91		35,1	
27/01/2017 14:30	141		39		5		37,3		26		92		0		2,94		33,3	
27/01/2017 15:30	136		48		4		35,9		21		89		0		2,65		34,8	
27/01/2017 16:30	121		40		6		34,7		23		90		0		1,8		36,5	
27/01/2017 17:30	96		26		5		33,3		25		99		0		1,56		39,4	
27/01/2017 18:30	73		23		5		28,9		45		94		0		0,88		54	
27/01/2017 19:30	59		27		8		24,6		41		239		0		0,8		72,6	
27/01/2017 20:30	63		32		6		23,3		72		210		0		0,76		77,9	
27/01/2017 21:30	51		23		3		22,2		66		217		0		0,75		82,7	
27/01/2017 22:30	38		18		3		21,4		63		102		0		0,75		85,6	
27/01/2017 23:30	29		11		2		20,7		57		211		0		0,69		88	
28/01/2017 00:30	4985	IE	10		1	VR	20,1		44		135		0		0,64		90,4	
28/01/2017 01:30	25		11		1	VR	19,9		52		84		0		0,78		89,5	
28/01/2017 02:30	20		8		1	VR	19,1		55		106		0		0,7		92,1	
28/01/2017 03:30	28		8		3		18,8		49		92		0		0,73		92,3	
28/01/2017 04:30	25		8		5		18,7		63		74		0		0,73		91,8	
28/01/2017 05:30	33		16		4		18,8		64		82		0		0,68		92,3	
28/01/2017 06:30	38		11		2		19,2		51		301		0		0,92		91,2	

Handwritten signature



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
28/01/2017 07:30	39		16		3		20,4		31		265		0		1,29		88,1	
28/01/2017 08:30	52		17		5		24,2		67		292		0		1,25		72,9	
28/01/2017 09:30	75		30		4		28,1		30		73		0		2,33		55,4	
28/01/2017 10:30	83		35		4		31,5		22		86		0		2,72		44	
28/01/2017 11:30	55		20		3		33,8		25		91		0		2,72		37,2	
28/01/2017 12:30	66		20		2		35		29		84		0		2,61		34,3	
28/01/2017 13:30	74		23		1		36		31		88		0		2,75		31,3	
28/01/2017 14:30	46		12		1		37,2		25		79		0		2,78		28,4	
28/01/2017 15:30	68		29		3		36,5		23		81		0		2,57		28,4	
28/01/2017 16:30	84		24		1	VR	36,4		21		79		0		2,47		27,8	
28/01/2017 17:30	77		26		1	VR	33,9		38		64		0		1,47		33,1	
28/01/2017 18:30	56		22		6		28,3		35		240		0		0,73		54,7	
28/01/2017 19:30	58		32		7		24,8		21		240		0		0,73		68,5	
28/01/2017 20:30	64		28		7		23,3		61		221		0		0,82		74,9	
28/01/2017 21:30	53		25		5		22,1		28		234		0		0,67		80,6	
28/01/2017 22:30	53		23		3		21,6		68		157		0		0,76		82,9	
28/01/2017 23:30	48		18		1		21,1		56		206		0		0,72		85	
29/01/2017 00:30	59		16		1		20,6		43		146		0		0,73		87,6	
29/01/2017 01:30	29		12		3		20,8		37		93		0		0,81		85,9	
29/01/2017 02:30	40		17		2		19,9		67		237		0		0,63		89,9	
29/01/2017 03:30	56		37		22		19,6		58		234		0		0,59		91,1	
29/01/2017 04:30	25		16		6		19,7		30		92		0		0,82		90,1	
29/01/2017 05:30	23		10		3		19,7		26		82		0		0,72		89,7	
29/01/2017 06:30	33		8		4		20,5		32		276		0		1,26		86,5	
29/01/2017 07:30	30		16		7		22,3		32		273		0		1,13		78	
29/01/2017 08:30	33		9		3		25,8		38		276		0		1,39		65,5	
29/01/2017 09:30	27		7		1	VR	28,4		73		326		0		0,98		57,8	
29/01/2017 10:30	31		6		1		29,9		48		83		0		1,39		52,3	
29/01/2017 11:30	29		7		2		32,2		44		88		0		1,95		44,7	
29/01/2017 12:30	27		8		1		34,2		57		78		0		2,08		39,5	
29/01/2017 13:30	27		7		1	VR	35,2		60		77		0		1,58		36,1	
29/01/2017 14:30	30		8		2		36,1		62		48		0		1,64		34,3	
29/01/2017 15:30	24		9		3		35,7		71		47		0		1,39		34,2	

Wi



Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
29/01/2017 16:30	31		9		2		34,5		72		307		0		1,25		37	
29/01/2017 17:30	40		10		1	VR	33,2		48		305		0		0,95		42	
29/01/2017 18:30	57		22		1	VR	30,1		29		220		0		0,82		57	
29/01/2017 19:30	86		27		3		28		50		94		12,4		1,24		66,9	
29/01/2017 20:30	20		14		3		22,7		47		122		16,6		1,08		96	
29/01/2017 21:30	4985	IE	8		3		22,5		45		288		1,2		0,93		96,7	
29/01/2017 22:30	11		6		2		22,6		62		277		0		0,71		96,1	
29/01/2017 23:30	9		7		1	VR	22,6		48		270		0,2		0,87		95,9	
30/01/2017 00:30	13		6		1	VR	22,6		66		173		0		0,59		96,1	
30/01/2017 01:30	12		6		1	VR	22,5		46		291		3,8		0,95		96,7	
30/01/2017 02:30	12		6		2		22,3		48		232		0,6		0,54		97	
30/01/2017 03:30	51		37		29		22,3		44		166		0		0,61		97,1	
30/01/2017 04:30	20		13		1	VR	22,3		36		88		0		0,7		96,7	
30/01/2017 05:30	23		10		1		22,4		55		91		0		0,66		96,1	
30/01/2017 06:30	38		6		1		22,6		21		95		0		0,9		94,4	
30/01/2017 07:30	33		9		1	VR	24,4		41		67		0		1,1		82,8	
30/01/2017 08:30	47		24		4		25,6		59		70		0		1,15		74,5	
30/01/2017 09:30	47		16		3		28,1		55		78		0		1,41		63,1	
30/01/2017 10:30	52		16		1	VR	30,7		41		86		0		1,81		52,1	
30/01/2017 11:30	42		14		1	VR	31,7		42		65		0		2,1		49,6	
30/01/2017 12:30	50		15		4		33,8		59		67		0		1,66		42,3	
30/01/2017 13:30	29		7		3		34,9		64		70		0		1,51		38,2	
30/01/2017 14:30	45		15		4		33,9		52		275		0		1,47		39	
30/01/2017 15:30	67		14		4		34,3		80		7		0		1,06		37,6	
30/01/2017 16:30	46		12		3		33,6		50		42		0		0,87		41	
30/01/2017 17:30	58		23		2		29,8		31		238		0		0,77		64	
30/01/2017 18:30	34		10		6		27,7		57		240		0		0,84		67,3	
30/01/2017 19:30	28		11		3		26,7		48		250		0		1,04		65,8	
30/01/2017 20:30	28		11		3		24,4		50		223		0		0,82		80,2	
30/01/2017 21:30	14		11		3		24,8		61		115		0		0,78		77,1	
30/01/2017 22:30	17		10		1		23,4		40		108		0,6		0,82		89,4	
30/01/2017 23:30	16		7		4		22,6		54		218		0		0,66		93,4	
31/01/2017 00:30	13		6		3		22,7		59		160		0		0,72		93,1	

Data	Qualidade do Ar						Meteorologia											
	PTS		PM ₁₀ (<10µm)		PM _{2,5} (<2,5µm)		TA		SIGT		DV		PP		VV		UR	
	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [µg/m ³]	Flag	Valor [°C]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [°]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor [m/s]	Flag	Valor [%]	Flag
31/01/2017 01:30	4985	IE	6		1	VR	22,7		63		150		0		0,62		93,2	
31/01/2017 02:30	20		9		1	VR	22,7		65		207		0		0,61		92,7	
31/01/2017 03:30	42		27		11		22,5		47		146		0		0,6		93,7	
31/01/2017 04:30	39		27		15		22,2		58		231		0		0,67		94,2	
31/01/2017 05:30	55		21		5		22,1		65		85		0		0,68		94,6	
31/01/2017 06:30	44		11		2		22,2		26		91		0		0,91		92,8	
31/01/2017 07:30	42		25		4		23,4		51		85		0		0,72		85,9	
31/01/2017 08:30	74		24		4		26,3		52		81		0		1,25		68,4	
31/01/2017 09:30	57		19		2		28,3		43		85		0		1,74		60,3	
31/01/2017 10:30	67		23		2		30,8		44		91		0		2,08		50,4	
31/01/2017 11:30	53		17		2		32,3		37		80		0		2,03		46,1	
31/01/2017 12:30	63		17		4		33,7		40		84		0		2,09		41,2	
31/01/2017 13:30	58		23		2		35		40		84		0		2,01		37,8	
31/01/2017 14:30	47		12		1		35,5		42		81		0		1,86		33,8	
31/01/2017 15:30	61		22		5		36,1		25		86		0		2,12		29,9	
31/01/2017 16:30	103		27		2		34,8		25		89		0		1,77		32	
31/01/2017 17:30	46		11		3		32,8		41		93		0		1,15		38,4	
31/01/2017 18:30	53		12		4		27,7		31		237		0		0,77		60,8	
31/01/2017 19:30	59		21		6		24,9		58		235		0		0,73		73,8	
31/01/2017 20:30	39		13		5		23,8		81		183		0		0,8		79,2	
31/01/2017 21:30	41		30		7		23,1		70		108		0		0,78		82,3	
31/01/2017 22:30	19		10		4		22,3		75		175		0		0,79		86,2	
31/01/2017 23:30	19		8		1	VR	22,1		67		139		0		0,74		87,1	

SIGLAS DOS PARÂMETROS:

PTS – Partículas Totais em Suspensão
 PM₁₀ (<10 µm) – Partículas Inaláveis (Ø < 10 µm)
 PM_{2,5} (<2,5 µm) – Partículas Respiráveis (Ø < 2,5 µm)
 SIGT – Desvio Padrão da Direção do Vento
 DV – Direção do Vento
 PP – Precipitação Pluviométrica
 TA – Temperatura do Ar
 UR – Umidade Relativa do Ar
 VV – Velocidade do Vento

SIGLAS DE FLAGS:

VU – Validado pelo Usuário
 VR – Valor Retificado
 IE – Invalidado pelo Equipamento
 IU – Invalidado pelo Usuário
 IR – Valor fora da Faixa de Leitura

ANEXO D – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA LIMPEZA E CAPINA EM TORNO DA ESTAÇÃO

As Figuras D.1 a D.3 apresentam os registros fotográficos da atividade de limpeza e capina da área em torno da estação de monitoramento em Barra Longa-MG realizada no dia 24/01/2017.

Figura D.1 - Registro fotográfico da atividade de limpeza e capina da área em torno da estação



Figura D.2 - Registro fotográfico da atividade de limpeza e capina da área em torno da estação



hi

Figura D.3 - Registro fotográfico da atividade de limpeza e capina da área em torno da estação





hi

ANEXO E – ORDEM DE SERVIÇO DA LIMPEZA E CAPINA EM TORNO DA ESTAÇÃO

A Figura E.1 apresenta a ordem de serviço emitida pela empresa Manserv referente à atividade de limpeza e capina da área em torno da estação de monitoramento em Barra Longa-MG, realizada no dia 24/01/2017.

Figura E.1 – Ordem de Serviço – 24/01/2017

Manserv		ORDEM DE SERVIÇO: 78603		SAMARCO		
Denomin. OS	SERVIÇOS DE LIMPEZA EXTERNA EM BARRA LONGA - Núm. da Solic.					
	LIDER: CLOVES					
PLANTA	SMIB - LIMPEZA INDUSTRIAL EXTERNA	Solicitante: PABLO PAPA				
SETOR/PREDIO	BLO2 - SERVIÇOS EXTERNOS DE LIMPEZA	Data/Hora Solicitação				
		Data/Hora Edição: 24/01/2017 08:00:00				
		Parada Equipamento: / /				
		Retorno Equipamento: / /				
Equipamento	-					
Tipo Solicitação	F-LIN - LIMPEZA INDUSTRIAL	Oficina: -				
Data Prevista		Fornecedor: -				
Tipo de Serviço	09 - OPERAÇÃO	Prioridade: 1				
Descrição da OS: ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO DE POEIRA						
Tar.						
Procedimento: -						
Código	Descrição do Material			Qtd.	Unid.	
Tar.	RE	Executante	Data	Início	Fim	Tipo Hr.
		RAFAEL FORTES	24/01/2017	09:00	15:30	
		PAULO HUMBRIO	24/01/2017	09:00	15:30	
		MALTON	24/01/2017	09:00	15:30	
		/ /	/ /	/ /	/ /	
		/ /	/ /	/ /	/ /	
		/ /	/ /	/ /	/ /	
		/ /	/ /	/ /	/ /	
		/ /	/ /	/ /	/ /	
		/ /	/ /	/ /	/ /	
Defeito:		Causa:		Ação:		
Comentário:						
LIMPEZA DE CAPINA NA ESTAÇÃO MONITORAMENTO DE POEIRA						
HORARIO DE TRABALHO DE 09:00-AS 13:00h						
Satisfação: <input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Rejeitado						
Justificativa:						
Solicitante: 		Visto: 		Executante:		
Data: 27/01/2017		Hora: / /		Data: / /		
				Hora: / /		

ANEXO F – ARQUIVOS DE SAÍDA DO MODELO CMB

Resultado do CMB – Campanha 1

Chemical Mass Balance Version EPA-CMB8.2
Report Date: 11/8/2016

SAMPLE: OPTIONS: INPUT FILES:
SITE: Media BRITT & LUECKE: No IN_BarraLonga.i
SAMPLE DATE: 8/24/16 SOURCE ELIMINATION: No PR_BarraLonga.s
DURATION: 15 BEST FIT: No SP_BarraLonga.s
START HOUR: 0 AD_BarraLonga.s
SIZE: COARSE AD_BarraLonga.c
PR_BarraLonga.c

Species Array: 3
Sources Array: 3

FITTING STATISTICS:

R SQUARE 0.91 % MASS 100.8
CHI SQUARE 0.79 DEGREES FREEDOM 11

SOURCE CONTRIBUTION ESTIMATES:

SOURCE EST CODE	NAME	SCE()	Std Err	Tstat
YES P04BL	Parque	0.25918	0.14241	1.81996
YES P05BL	Vias	0.74882	0.13843	5.40946

1.00800

MEASURED CONCENTRATION FOR SIZE: COARSE

1.0+- 0.1

Eligible Space Collinearity Display

ELIGIBLE SPACE DIM. = 2 FOR MAX. UNC. = 0.20000 (20.% OF TOTAL MEAS. MASS)

1 / Singular Value

0.07946 0.18201

NUMBER ESTIMABLE SOURCES = 2 FOR MIN. PROJ. = 0.95

PROJ. SOURCE PROJ. SOURCE PROJ. SOURCE PROJ. SOURCE

1.0000 P04BL 1.0000 P05BL

ESTIMABLE LINEAR COMBINATIONS OF INESTIMABLE SOURCES

COEFF. SOURCE	COEFF. SOURCE	COEFF. SOURCE	COEFF. SOURCE	SCE	Std Err
---------------	---------------	---------------	---------------	-----	---------

SPECIES CONCENTRATIONS:

CALCULATED RESIDUAL

SPECIES	FIT	MEASURED	CALCULATED	MEASURED	UNCERTAINTY
---------	-----	----------	------------	----------	-------------

Total	IC1	1.00000+- 0.10000	1.00800+- 0.11248	1.01+- 0.15	0.1
Na	IC2	0.00512+- 0.00184	0.00284+- 0.00028	0.55+- 0.21	-1.2
Mg	IC3 *	0.00305+- 0.00080	0.00400+- 0.00037	1.31+- 0.37	1.1
Al	IC4 *	0.05799+- 0.00961	0.06340+- 0.00530	1.09+- 0.20	0.5
Si	IC5	0.07885+- 0.01645	0.27120+- 0.02119	3.44+- 0.77	7.2
P	IC6 *	0.00061+- 0.00035	0.00047+- 0.00005	0.78+- 0.45	-0.4
S	IC7	0.01279+- 0.00423	0.00079+- 0.00007	0.06+- 0.02	-2.8
Cl	IC8 *	0.00105+- 0.00063	0.00041+- 0.00004	0.39+- 0.24	-1.0
K	IC9 *	0.01127+- 0.00255	0.00678+- 0.00060	0.60+- 0.15	-1.7
Ca	IC10	0.01675+- 0.00331	0.00668+- 0.00065	0.40+- 0.09	-3.0
Ti	IC12 *	0.00437+- 0.00201	0.00276+- 0.00024	0.63+- 0.30	-0.8
V	IC13 *	0.00036+- 0.00048	0.00000+- 0.00008	0.00+- 0.22	-0.7
Cr	IC14 *	0.00004+- 0.00007	0.00000+- 0.00008	0.00+- 2.26	-0.3
Mn	IC15	0.00096+- 0.00016	0.00053+- 0.00004	0.55+- 0.10	-2.6
Fe	IC16 *	0.09636+- 0.02039	0.09495+- 0.00671	0.99+- 0.22	-0.1
Cu	IC19	0.00006+- 0.00003	0.00001+- 0.00003	0.19+- 0.48	-1.2
Zn	IC20	0.00032+- 0.00010	0.00004+- 0.00003	0.14+- 0.09	-2.6
Ga	IC21 *	0.00002+- 0.00002	0.00001+- 0.00003	0.30+- 1.32	-0.5
As	IC23 *	0.00006+- 0.00003	0.00001+- 0.00003	0.17+- 0.47	-1.2
Rb	IC26 *	0.00003+- 0.00004	0.00002+- 0.00003	0.70+- 1.43	-0.2
Sr	IC27 *	0.00009+- 0.00007	0.00007+- 0.00003	0.79+- 0.68	-0.3
Zr	IC29	0.00002+- 0.00006	0.00017+- 0.00003	8.17+- 24.54	2.1

Resultado do CMB – Campanha 2

Chemical Mass Balance Version EPA-CMB8.2
Report Date: 1/23/2017

SAMPLE: OPTIONS: INPUT FILES:

SITE: Media BRITT & LUECKE: No IN_BarraLonga.i
SAMPLE DATE: 17/11/16 SOURCE ELIMINATION: No PR_BarraLonga.s
DURATION: 90 BEST FIT: No SP_BarraLonga.s
START HOUR: 0 AD_BarraLonga.s
SIZE: COARSE AD_BarraLonga.c
PR_BarraLonga.c

Species Array: 1
Sources Array: 1

FITTING STATISTICS:

R SQUARE 0.85 % MASS 81.5
CHI SQUARE 0.77 DEGREES FREEDOM 12

SOURCE CONTRIBUTION ESTIMATES:

SOURCE
EST CODE NAME SCE(µg/m³) Std Err Tstat

YES P04 Parque 0.13342 0.14780 0.90268
YES P05 Vias 0.68130 0.14488 4.70263

0.81472

MEASURED CONCENTRATION FOR SIZE: COARSE
1.0+- 0.1

Eligible Space Collinearity Display

ELIGIBLE SPACE DIM. = 2 FOR MAX. UNC. = 0.20000 (20.% OF TOTAL MEAS. MASS)

1 / Singular Value

0.08206 0.19000

NUMBER ESTIMABLE SOURCES = 2 FOR MIN. PROJ. = 0.95

PROJ. SOURCE PROJ. SOURCE PROJ. SOURCE PROJ. SOURCE PROJ. SOURCE

1.0000 P04 1.0000 P05

ESTIMABLE LINEAR COMBINATIONS OF INESTIMABLE SOURCES

COEFF. SOURCE COEFF. SOURCE COEFF. SOURCE COEFF. SOURCE SCE Std Err

SPECIES CONCENTRATIONS:

CALCULATED RESIDUAL

SPECIES FIT MEASURED CALCULATED MEASURED UNCERTAINTY

Total IC1 1.00000+- 0.10000 0.81472+- 0.11610 0.81+- 0.14 -1.2
Na IC2 0.00459+- 0.00100 0.00736+- 0.00074 1.60+- 0.38 2.2
Mg IC3 * 0.00456+- 0.00288 0.00982+- 0.00095 2.15+- 1.37 1.7
Al IC4 * 0.04834+- 0.01537 0.05948+- 0.00507 1.23+- 0.41 0.7
Si IC5 0.07371+- 0.02906 0.23635+- 0.02010 3.21+- 1.29 4.6
S IC7 0.00864+- 0.00165 0.00044+- 0.00004 0.05+- 0.01 -5.0
K IC9 * 0.01154+- 0.00582 0.01036+- 0.00097 0.90+- 0.46 -0.2
Ca IC10 * 0.01397+- 0.00478 0.00936+- 0.00091 0.67+- 0.24 -0.9
Ti IC12 * 0.00497+- 0.00170 0.00324+- 0.00030 0.65+- 0.23 -1.0
V IC13 * 0.00018+- 0.00025 0.00000+- 0.00001 0.00+- 0.04 -0.7
Cr IC14 * 0.00003+- 0.00006 0.00008+- 0.00001 2.50+- 4.77 0.8
Mn IC15 * 0.00084+- 0.00031 0.00060+- 0.00005 0.72+- 0.28 -0.7
Fe IC16 * 0.07212+- 0.02308 0.06743+- 0.00501 0.93+- 0.31 -0.2
Ni IC18 * 0.00003+- 0.00002 0.00002+- 0.00000 0.68+- 0.49 -0.4
Cu IC19 0.00005+- 0.00002 0.00001+- 0.00000 0.28+- 0.12 -1.7
Zn IC20 0.00020+- 0.00007 0.00005+- 0.00000 0.24+- 0.09 -2.2
Ga IC21 * 0.00001+- 0.00001 0.00001+- 0.00000 0.53+- 0.49 -0.5
As IC23 * 0.00003+- 0.00002 0.00002+- 0.00000 0.56+- 0.29 -0.9
Rb IC26 * 0.00003+- 0.00004 0.00004+- 0.00000 1.20+- 1.45 0.2
Sr IC27 * 0.00013+- 0.00005 0.00009+- 0.00001 0.65+- 0.24 -1.0
Zr IC29 0.00009+- 0.00007 0.00012+- 0.00001 1.37+- 1.01 0.5

ANEXO G – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DA BALANÇA ANALÍTICA

A Figura G.1 apresenta o certificado de calibração da balança analítica utilizada para pesagem dos filtros nylon e MCE na etapa de amostragem de PTS para análise química PIXE.

Figura G.1 - Certificado de Calibração da Balança Analítica AUY220 - Shimadzu



metrology
solução em medições

Certificado de Calibração

02/05/2018 02/06/2018 003568116
Data da Calibração Data da Emissão Número do Certificado

Cliente

Nome: ECOSOFT CONSULTORIA E SOFTWARES AMBIENTAIS LTDA.
Setor: [Não informado]
Endereço: R ANABYR LOPES FRANCA, 111 - Santa Lucia - Vitória - Espírito Santo
Ordem de Serviço: 257976

Objeto Calibrado

Item: Peso Padrão: F1
Fabricante: Não consta
Identificação da Propriedário: PP-01
Número de Série: Não consta
Faixa Nominal: 100 a 100 g

Padrão(ões) Utilizado(s) na Calibração

Laboratório Calibrador: Padrão Tecnologia em Balanças e Comércio Ltda ME
Item: Peso Padrão (10 Peças) Número do Certificado: MA 016_04_16
Identificação: M011 Validade da Calibração: 07/04/2018



Vale Por Assinatura
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

*Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido em sua forma original. Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração nas condições especificadas, não sendo extensivos a quaisquer outros.

Página 1 de 2

METROLOGY MEDIÇÕES & TECNOLOGIA Direli EPP
Av. Paulino Muller, 161 Loja 01 e 02 - Ilha de Santa Maria - CEP: 29.061-030 - Vitória - ES
Tel / Fax: (27) 3222-4820 / 3028-4823 - metrology@metrology.com.br
www.metrology.com.br

Cont. Figura G.1 - Certificado de Calibração da Balança Analítica AUY220 - Shimadzu



Certificado de Calibração

02/06/2016
Data da Calibração

02/06/2016
Data da Emissão

002988/16
Número do Certificado

Descrição do método utilizado

Conforme solicitação, nosso laboratório realizou a calibração do instrumento acima, baseada no nosso procedimento técnico interno PTM-021, onde o instrumento acima descrito foi submetido a uma série de medições utilizando um Padrão de referência.


Condições Ambientais do Laboratório

Temperatura Ambiente: $20,00^{\circ}\text{C} \pm 2,00^{\circ}\text{C}$
 Umidade Relativa: $50,00\% \pm 20,00\%$

Resultados da Calibração

Valor de Referência	Medições			Incerteza U 95%exp
	Valor Indicado	Erro	Fator k	
(g)	(g)	(g)		(g)
100,000	100,000	0,000	2.0	0,002

O resultado da calibração está contido acima, onde a incerteza expandida de medição relatada é decorrente como a menor: perfil de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma calibração normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EN-4502.



Willy Pomarício
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

*Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido em sua forma integral. Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer lotes.

Página 2 de 2

METROLOGY MEDIÇÕES & TECNOLOGIA Eireli EPP
 Av. Paulino Müller, 141 Loja 01 e 02 - Ilha de Santa Maria - CEP: 28.051-030 - Vitória - ES
 Tel / Fax.: (27) 3222-4820 / 3026-4823 - metrology@metrology.com.br
 www.metrology.com.br

Wi

