

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**VICTÓRIA BARBOSA SILVA**

**LÍQUENS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR NO  
MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA - RJ**

**VOLTA REDONDA, RJ**

**2020**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LÍQUENS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR NO  
MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA - RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Aluna:

Victória Barbosa Silva

Orientador:

Prof. Me. Anderson Gomes

**VOLTA REDONDA, RJ**

**2020**

Anexo 10  
FOLHA DE APROVAÇÃO


Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

Líquens como bioindicadores da qualidade do ar no município de Volta Redonda.

Elaborado por Victória Barbosa Silva, Matrícula: 201610541, apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia Ambiental.

Aprovada em 03 de Novembro de 2020.

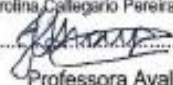
Banca Avaliadora:

  
.....  
Professor Orientador

Anderson Gomes, Mestre, UniFOA

  
.....  
Professora Avaliadora

Ana Carolina Collegario Pereira, Doutora, UniFOA

  
.....  
Professora Avaliadora

Joice Andrade de Araújo, Mestre, UniFOA

Dedico este trabalho a Deus  
e aos meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou em todos os momentos, dando sabedoria para que eu conseguisse alcançar os meus objetivos.

Agradeço aos meus pais por acreditarem sempre em mim, por me apoiarem em todos os momentos e por sempre sonharem comigo, sem eles a realização desse sonho não seria possível.

Agradeço também ao meu irmão e demais familiares por sempre estarem ao meu lado.

Agradeço ao meu orientador, o professor Anderson Gomes por ter aceitado me orientar e por me direcionar ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho, dispondo de seu tempo e conhecimento.

Agradeço também a duas pessoas que estiveram ao meu lado, o Joaquim que se tornou um grande amigo e foi fundamental para que eu superasse os obstáculos que apareceram ao longo do desenvolvimento do trabalho e que sempre acreditou em mim. A Priscila que foi umas das principais incentivadoras para que eu deixasse um trabalho já em andamento e começasse esse com um tema que eu realmente me identifico e gosto, e sempre esteve comigo ao longo da graduação dando dicas e incentivando.

Por fim, agradeço a professora Joice Araújo e os demais professores que contribuíram para a realização dessa etapa.

## RESUMO

A poluição atmosférica no ambiente urbano industrial é um problema encontrado nos últimos séculos sendo provocado, principalmente, por descargas industriais e pela queima de combustíveis fósseis. A elevada concentração de poluentes no ar provoca alterações em sua composição química, podendo assim desencadear problemas em humanos, animais e plantas. Dentre os seres vivos que são afetados pela alteração da composição química do ar, os líquens são os mais sensíveis, dessa forma, podem ser considerados como bioindicadores naturais na avaliação de índices de poluição atmosférica. Sendo Volta Redonda-RJ uma cidade com altos níveis de poluição, o presente trabalho tem como objetivo avaliar qualitativamente os níveis de SO<sub>x</sub> encontrado em diversos pontos do Município de Volta Redonda. Os líquens vermelhos encontrados no Zoológico Municipal de Volta Redonda foram retirados e colocados em pontos de monitoramento pré-determinados, a fim de acompanhar seu comportamento frente a ambientes estressantes, com índices maiores de poluição atmosférica. Após o estudo de biomonitoramento, os resultados encontrados confirmaram que a cidade de Volta Redonda possui altos índices de poluição atmosférica e de acordo com os pontos avaliados os mais afetados pela poluição atmosférica são Conforto, Vila Mury e Bom Jesus. Os resultados mostraram também o quanto é importante áreas de preservação como o Parque Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá, pois funcionam como filtros para a poluição atmosférica.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento, poluição atmosférica, SO<sub>2</sub>, Volta Redonda

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUÇÃO.....  | 13 |
| 1.1   | Problema.....  | 14 |
| 1.2   | Justificativa.....                                     | 15 |
| 1.3   | Objetivo Geral .....                                   | 15 |
| 1.3.1 | Objetivos Específicos .....                            | 15 |
| 1.4   | Estrutura Metodológica .....                           | 15 |
| 1.5   | Estrutura do Trabalho.....                             | 16 |
| 2     | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                            | 17 |
| 2.1   | Poluição atmosférica .....                             | 17 |
| 2.1.1 | Poluentes atmosféricos .....                           | 17 |
| 2.1.2 | Padrões de qualidade do ar.....                        | 20 |
| 2.2   | Biomonitoramento .....                                 | 22 |
| 2.3   | Bioindicadores.....                                    | 23 |
| 2.3.1 | Líquens.....   | 24 |
| 2.3.2 | Pigmentos fotossintéticos .....                        | 26 |
| 3     | METODOLOGIA.....                                       | 28 |
| 3.1   | Caracterização do Município de Volta Redonda .....     | 28 |
| 3.2   | Delimitação da área de estudo.....                     | 29 |
| 3.3   | Coleta do biomonitor .....                             | 30 |
| 3.3.1 | Implantação do biomonitor .....                        | 31 |
| 3.4   | Identificação do líquen .....                          | 32 |
| 3.5   | Período do monitoramento.....                          | 32 |
| 3.6   | Monitoramento fotográfico.....                         | 33 |
| 3.7   | Monitoramento atmosférico.....                         | 33 |
| 3.8   | Dados do monitoramento de SO <sub>2</sub> do INEA..... | 34 |

|   |                                  |    |
|---|----------------------------------|----|
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES.....     | 35 |
| 5 | CONCLUSÕES.....                  | 43 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 44 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Classificação dos poluentes atmosféricos .....           | 18 |
| Figura 2 - <i>Cryptothecia rubrocincta</i> .....                    | 25 |
| Figura 3 - Estrutura de um fibolossoma .....                        | 27 |
| Figura 4 - Mapa topográfico de Volta Redonda.....                   | 29 |
| Figura 5 - Localização dos pontos de monitoramento.....             | 30 |
| Figura 6 - Localização do Zoológico.....                            | 31 |
| Figura 7 - Líquen implantado em um ponto de monitoramento .....     | 32 |
| Figura 8 - Estação de monitoramento portátil.....                   | 34 |
| Figura 9 - Gráfico com dados do ponto 1 .....                       | 35 |
| Figura 10 - Gráfico com dados do ponto 2 .....                      | 37 |
| Figura 11 - Gráfico com dados do ponto 3 .....                      | 38 |
| Figura 12 - Gráfico com dados do ponto 4 .....                      | 39 |
| Figura 13 - Direção dos ventos na cidade de Volta Redonda - RJ..... | 40 |
| Figura 14 - Mapa mostrando a direção dos ventos .....               | 40 |
| Figura 15 - Gráfico com dados do ponto 5 .....                      | 41 |

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera..... 19

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Padrões de qualidade do ar .....   | 21 |
| Tabela 2 - Níveis de atenção, alerta e emergência para poluentes e suas concentrações ..... | 21 |
| Tabela 3 - Índice de qualidade do ar boa .....  | 22 |
| Tabela 4 - Pontos de monitoramento .....  | 29 |
| Tabela 5 - Período de monitoramento .....   | 33 |
| Tabela 6 - Ficha de monitoramento: Ponto 1 .....  | 35 |
| Tabela 7 - Ficha de monitoramento: Ponto 2 .....  | 36 |
| Tabela 8 - Ficha de monitoramento: Ponto 3 .....  | 37 |
| Tabela 9 - Ficha de monitoramento: Ponto 4 .....  | 38 |
| Tabela 10 - Ficha de monitoramento: Ponto 5 .....   | 41 |

## LISTA DE APÊNDICES

|  |    |
|--|----|
| Apêndice A - Registros fotográficos..... | 48 |
|--|----|

## LISTA DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo A - Dados do monitoramento de SO <sub>2</sub> do INEA..... | 56 |
|--|----|

## 1 INTRODUÇÃO

Com o início da industrialização, no século XVIII, novos processos produtivos foram descobertos, objetivando maiores quantidades e melhor qualidade dos produtos, sempre visando maiores lucros. Devido as grandes extensões territoriais inexploradas dessa época, as consequências da ação humana sobre o meio ambiente não foram visivelmente notadas pelos produtores. Em virtude do crescimento populacional e do aumento das necessidades de consumo, as indústrias cresceram consideravelmente em número, áreas de atuação e variedade de produtos. Entretanto, a preocupação com o meio ambiente natural não se fez presente durante muitos anos, tendo como resultado problemas ambientais de grandes dimensões (LEAL; FARIAS; ARAUJO, 2008).

Após quase três séculos desde a Revolução Industrial, a questão ambiental começou a ser levantada, pois tiveram alguns episódios que demonstraram a influência do crescimento desordenado na vida da população e no meio ambiente (POTT; ESTRELA, 2017).

Alguns acontecimentos em consequência da poluição excessiva causaram uma elevação no número de mortes em algumas cidades da Europa e dos Estados Unidos. O mais famoso e mais grave dos acontecimentos por causa de poluentes atmosféricos foi o que ocorreu em Londres, no inverno de 1952, quando houve uma inversão térmica que impediu a dispersão de poluentes gerados pelas indústrias e pelos aquecedores domiciliares que utilizavam carvão como combustível, e uma nuvem, composta principalmente por material particulado e enxofre (em concentrações até nove vezes maiores do que a média de ambos), manteve-se sobre a cidade por aproximadamente três dias, levando a um aumento de quatro mil mortes em relação à média de óbitos em períodos semelhantes (BRAGA, *et al.*, 2001).

Acontecimentos como esse impulsionaram estudos epidemiológicos com o objetivo de identificar os efeitos dos poluentes atmosféricos. A partir disso, vários países começaram a estabelecer limites de tolerância de exposição aos poluentes atmosféricos elaborando padrões de qualidade do ar, a fim de evitar que afetasse a saúde da população (DAPPER; SPOHR; ZANINI, 2016).

Embora tenha surgido muitos avanços nas últimas décadas com o objetivo de tornar o ar mais limpo, especialmente nos países desenvolvidos, os níveis de poluição atmosférica atuais ainda podem ser considerados danosos para a saúde da população (GOUVEIA, 2006).

Os elementos que mais favorecem a poluição atmosférica são o aumento da circulação de automóveis e das atividades industriais. Sendo o material particulado, monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>) alguns dos poluentes encontrados no ar (MARTINS; KÄFFER; LEMOS, 2008).

Os estudos da poluição atmosférica podem ser feitos a partir de diversos métodos, entretanto, muitos métodos são limitados a alguns países, em virtude do alto custo implicado para a realização das pesquisas. No entanto, uma técnica que pode ser considerada simples, de baixo custo e eficiente para identificar alteração nas condições ambientais é o biomonitoramento, no qual são utilizados organismos vivos como bioindicadores (ROSGOSKI; MUNIZ; PINTO, 2015).

Os bioindicadores são organismos que expressam as condições de um ambiente, visto que são os primeiros a sofrerem alterações (genéticas, bioquímicas, fisiológicas, morfológicas, ecológicas ou comportamentais) quando há presença de poluentes, por isso são indicadores de qualidade do ambiente onde vivem. Entre os bioindicadores de poluição atmosférica os que mais se destacam são os líquens (ROSGOSKI; MUNIZ; PINTO, 2015).

Os líquens, em especial os de coloração vermelha, são considerados bioindicadores da qualidade do ar, ou seja, são indicadores de um ar com índices de poluentes muito baixos (LEAL, *et al.*, 2019).

## **1.1 Problema**

A partir da identificação de líquens bioindicadores da qualidade do ar no Zoológico Municipal de Volta Redonda-RJ, a pesquisa visa responder as seguintes perguntas:

- Quais serão os níveis de SO<sub>x</sub> nos pontos de monitoramento avaliados de forma qualitativa?
- Em qual ponto de monitoramento o líquen irá apresentar mais alteração?

## **1.2 Justificativa**

Este trabalho se justifica, pois apontará dados a respeito da poluição atmosférica da cidade de Volta Redonda-RJ, que além de impactar o meio ambiente causa danos à saúde da população, podendo assim influenciar para que medidas sejam tomadas a respeito de melhorias.

## **1.3 Objetivo Geral**

Avaliar quali-quantitativamente os níveis de SO<sub>x</sub> através do monitoramento passivo usando os líquens vermelhos nos pontos determinados.

### **1.3.1 Objetivos Específicos**

- Retirar o líquen do seu hábitat original e implantar uma amostra em cada ponto de monitoramento;
- Acompanhar as possíveis alterações nas características dos líquens;
- Realizar um estudo comparativo do comportamento fenotípico dos líquens a partir dos resultados obtidos no monitoramento;
- Mostrar a importância das pequenas áreas de floresta nas cidades urbanizadas.

## **1.4 Estrutura Metodológica**

A proposta metodológica do presente estudo, possui uma abordagem quali-quantitativa, com caráter explicativo, sendo o principal procedimento o monitoramento de campo utilizando os líquens.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é composto por seis itens principais.

O item 1 é dedicado à introdução, abordando-se, em geral, problema que motivou a pesquisa, a justificativa para a elaboração da pesquisa, os objetivos, geral e específicos, e os segmentos metodológicos.

No item 2 apresenta-se a revisão bibliográfica, com explicações a respeito da poluição atmosférica, dos principais poluentes atmosféricos e os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela legislação e que devem ser usados como parâmetro. O capítulo contém ainda informações sobre biomonitoramento, bioindicadores, líquens e os pigmentos fotossintéticos responsáveis pela coloração vermelha dos líquens bioindicadores de qualidade do ar.

Em seguida, no item 3, mostra-se de forma bem detalhada a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho.

O item 4 demonstra os resultados obtidos.

No item 5 são apresentadas as conclusões.

Por fim, no item 6, são expostas as referências bibliográficas utilizadas na elaboração deste trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Poluição atmosférica

A poluição atmosférica ou poluição do ar, como também é conhecida, é definida como a presença de substâncias nocivas, na atmosfera, que em razão da sua concentração pode afetar a composição e o equilíbrio do meio ambiente, portanto, a poluição atmosférica causa impactos a seres humanos, fauna e flora, podendo causar também deterioração de bens culturais (DRUMM, *et al.*, 2014). A contaminação do ar pode ocorrer através de líquidos, gases, partículas sólidas em suspensão e material biológico.

Conforme o Instituto Ambiental do Paraná (2020) a poluição atmosférica pode ser proveniente de várias fontes, que são classificadas conforme os processos que liberam os poluentes no ar, podendo ser fontes fixas ou fontes móveis.

- **Fontes fixas ou estacionárias:** as indústrias são as fontes principais, mas pode-se citar ainda usinas termoelétricas a carvão, incineradores de resíduos. Além destas, existem ainda as fontes fixas naturais que são as atividades vulcânicas, aerossóis marinhos que mesmo sendo processos naturais podem influenciar a composição do ar.
- **Fontes móveis:** são exemplos de fontes móveis os automóveis, aviões, sendo os automóveis os que possuem maior potencial poluidor em cidades.

#### 2.1.1 Poluentes atmosféricos

Segundo a Resolução CONAMA nº 491/2018, considera-se poluente atmosférico “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”.

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados quanto a sua origem, sendo:

- **Primários:** aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão;

- **Secundários:** aqueles formados na atmosfera devido a reação química entre os poluentes primários e/ou constituintes naturais da atmosfera.

A Figura 1 ilustra bem a classificação dos poluentes primários e secundários.

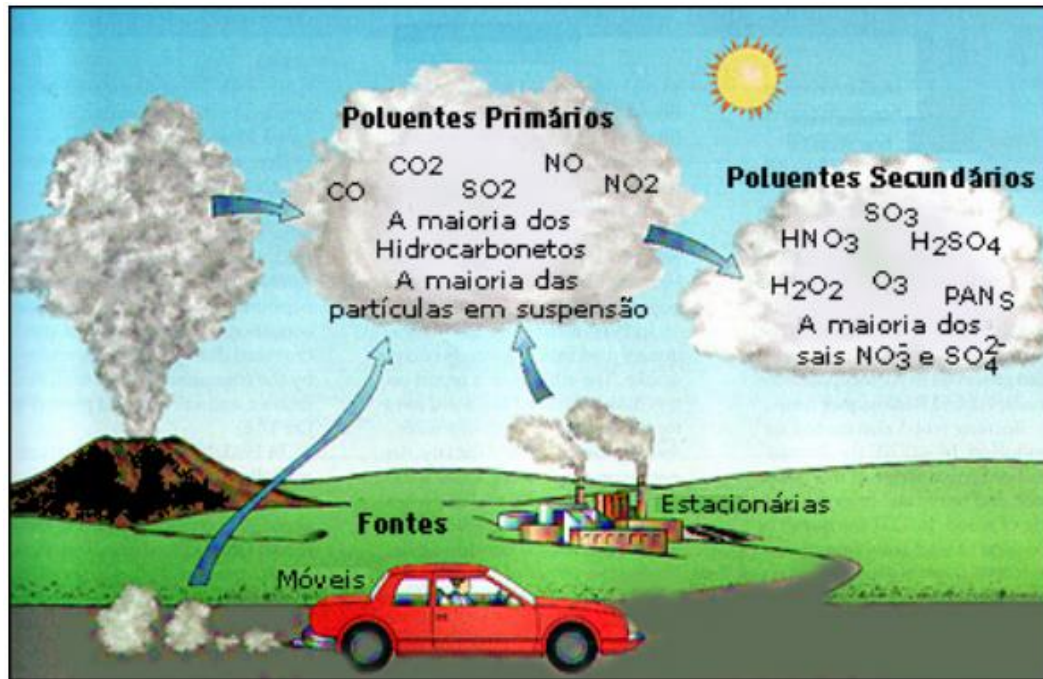


Figura 1- Classificação dos poluentes atmosféricos

Fonte: Pedroso, 2007.

O nível de poluição atmosférica é estimado pela quantidade das principais substâncias poluentes encontradas no ar, que são os chamados indicadores de qualidade do ar, sendo a variedade de substâncias encontradas muito grande. Alguns dos principais poluentes tidos como indicadores da qualidade do ar estão no Quadro 1, assim como suas características, principais origens e os possíveis efeitos ao meio ambiente.

Quadro 1 - Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera

| <b>Poluentes</b>                                  | <b>Características</b>  | <b>Fontes Principais</b>  | <b>Efeitos Gerais ao Meio Ambiente</b>  |
|---|---|---|---|
| Partículas Inaláveis Finas (MP <sub>2,5</sub> )   | Partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc, que podem permanecer no ar e percorrer longas distâncias. Faixa de tamanho $\leq 2,5$ micra.  | Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera) como sulfato e nitrato, entre outros.             | Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.                           |
| Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> ) e Fumaça | Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc. Faixa de tamanho $\leq 10$ micra.   | Processos de combustão (industrial, veículos automotores), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera)                               | Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.                           |
| Partículas Totais em Suspensão (PTS)              | Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc. Faixa de tamanho $\leq 50$ micra.   | Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo. | Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.                           |
| Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )             | Gás incolor, com forte odor, semelhante ao produzido na queima de palitos de fósforo. Pode ser oxidado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis. | Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinarias de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa de celulose e papel, fertilizantes.     | Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheita. |
| Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )          | Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nitrito, nitratos (os quais contribuem para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.  | Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas, incinerações.   | Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.                                       |

Continua

## Conclusão

|                          |  |  |   |
|--------------------------|--|--|---|
| Monóxido de Carbono (CO) | Gás incolor, inodoro e insípido.   | Combustão incompleta em veículos automotores.  |   |
| Ozônio (O <sub>3</sub> ) | Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica. | Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis. | Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais. |

Fonte: CETESB, 2019.

### 2.1.2 Padrões de qualidade do ar

No Brasil os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018 e pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo que é uma referência em monitoramento atmosférico.

Conforme a Resolução CONAMA nº 491/2018, o padrão de qualidade do ar é um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

Os padrões de qualidade do ar estabelecem legalmente o limite máximo tolerável de concentração de um determinado poluente no ar, de modo que este não comprometa a saúde e o bem-estar da população e o meio ambiente.

Ainda de acordo com a Resolução nº 491/2018 os padrões de qualidade do ar são divididos em dois grupos como mostra a Tabela 1.

I – Padrões de qualidade do ar intermediários – PI: padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas;

II - Padrão de qualidade do ar final - PF: valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS em 2005.

Tabela 1 - Padrões de qualidade do ar

| Poluente Atmosférico                     | Período de referência | PI-1              | PI-2             | PI-3              | PF                | ppm |
|--|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----|
|  |                       | mg/m <sup>3</sup> | m/m <sup>3</sup> | mg/m <sup>3</sup> | mg/m <sup>3</sup> |     |
| Material Particulado – MP <sub>10</sub>  | 24 horas              | 120               | 100              | 75                | 50                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 40                | 35               | 30                | 20                | -   |
| Material Particulado – MP <sub>2,5</sub> | 24 horas              | 60                | 50               | 37                | 25                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 20                | 17               | 15                | 10                | -   |
| Dióxido de Enxofre – SO <sub>2</sub>     | 24 horas              | 125               | 50               | 30                | 20                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 40                | 30               | 20                |                   | -   |
| Dióxido de Nitrogênio – NO <sub>2</sub>  | 1 hora <sup>2</sup>   | 260               | 240              | 220               | 200               | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 60                | 50               | 45                | 40                | -   |
| Ozônio – O <sub>3</sub>                  | 8 horas <sup>3</sup>  | 140               | 130              | 120               | 100               | -   |
| Fumaça                                   | 24 horas              | 120               | 100              | 75                | 50                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 40                | 35               | 30                | 20                | -   |
| Monóxido de Carbono - CO                 | 8 horas <sup>3</sup>  | -                 | -                | -                 | -                 | 9   |
| Partículas Totais em Suspensão - PTS     | 24 horas              | -                 | -                | -                 | 240               | -   |
|  | Anual <sup>4</sup>    | -                 | -                | -                 | 80                | -   |
| Chumbo - Pb <sub>5</sub>                 | Anual <sup>1</sup>    | -                 | -                | -                 | 0,5               | -   |

Fonte: CONAMA 491/2018.

A Resolução CONAMA nº 491/2018 também estabelece os valores das concentrações dos poluentes, levando em consideração as condições meteorológicas, para se declarar nível de atenção, alerta e emergência conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Níveis de atenção, alerta e emergência para poluentes e suas concentrações

| Nível      | Poluentes e concentrações                           |                                  |                                  |   |  |       |
|------------|---|----------------------------------|----------------------------------|---|--|-------|
|            | SO <sub>2</sub> mg/m <sup>3</sup><br>(média de 24h) | Material Particulado             | CO Ppm<br>(média móvel de 8h)    | O <sub>3</sub> mg/m <sup>3</sup><br>(média móvel de 8h) | NO <sub>2</sub> mg/m <sup>3</sup><br>(média móvel de 1h) |       |
|            |   | MP10                             | MP2,5                            |   |  |       |
|            |   | mg/m <sup>3</sup> (média de 24h) | mg/m <sup>3</sup> (média de 24h) |   |  |       |
| Atenção    | 800   | 250                              | 125                              | 15  | 200  | 1.130 |
| Alerta     | 1.600   | 420                              | 210                              | 30  | 400  | 2.260 |
| Emergência | 2.100   | 500                              | 250                              | 40  | 600  | 3.000 |

Fonte: CONAMA 491/2018.

A Resolução CONAMA 491/2018 dispõe ainda das seguintes definições, a fim de facilitar o entendimento das tabelas disponíveis, SO<sub>2</sub>= dióxido de enxofre; MP10= material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 µm; MP2,5= material particulado com diâmetro equivalente de corte de 2,5 µm; CO= monóxido de carbono; O<sub>3</sub>= ozônio; NO<sub>2</sub>= dióxido de nitrogênio µg/m<sup>3</sup>; ppm= partes por milhão.

Além destes parâmetros a Resolução ainda estabelece um índice para quando pode-se considerar a qualidade do ar boa, segundo a Tabela 3.

Tabela 3 - Índice de qualidade do ar boa

| Qualidade | Índice | MP10                 | MP2,5                | O <sub>3</sub>       | CO    | NO <sub>2</sub>      | SO <sub>2</sub>      |
|-----------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|----------------------|
|           |        | (µg/m <sup>3</sup> ) | (µg/m <sup>3</sup> ) | (µg/m <sup>3</sup> ) | (ppm) | (µg/m <sup>3</sup> ) | (µg/m <sup>3</sup> ) |
|           |        | 24h                  | 24h                  | 8h                   | 8h    | 1h                   | 24h                  |
| N1 – Boa  | 0 – 40 | 0 – 50               | 0 – 25               | 0 – 100              | 0 – 9 | 0 – 200              | 0 – 20               |

Fonte: CONAMA 491/2018.

## 2.2 Biomonitoramento

Biomonitoramento ou bioindicação pode ser definido como uma avaliação do comportamento de um poluente presente no ambiente, isto é, um monitoramento da ação do poluente por meio de organismos vivos. Monitorar é observar continuamente algo em um determinado tempo. Portanto, biomonitoramento significa obter resultados por meio de organismos vivos, podendo ser com ele na sua totalidade ou através de seus tecidos específicos (LIMA, 2001).

O termo biomonitoramento teve destaque na Alemanha com o monitoramento da poluição atmosférica usando vegetais. A partir dos anos de 1980 o termo biomonitoramento começou a ser utilizado com frequência nos países de língua inglesa. Os autores alemães costumam usar "bioindicação" e "biomonitoramento" como se fossem sinônimos, no entanto, existe uma diferença entre os termos, a indicação demonstra ser mais espontânea e ativa, e já o monitoramento é contínuo e passivo (o indicador faz alguma coisa, o monitor é usado para fazer alguma coisa). Com o passar do tempo mais autores propõem diferenças e especificidades. A bioindicação

(monitoramento) é embasada em reações visíveis nos organismos indicadores, esse método é definido como indicação (monitoramento) sensitiva. E existe também a indicação acumulativa que é quando se seleciona espécies que acumulem a substância a ser monitorada, medindo a concentração da substância no organismo (LIMA, 2001).

Segundo (LIMA, 2001) o biomonitoramento pode ser classificado em ativo e passivo, sendo:

- Biomonitoramento passivo: é aquele que utiliza organismos naturalmente existentes na área escolhida para a pesquisa.
- Biomonitoramento ativo: ocorre quando há exposição de organismos na área a ser avaliada por um tempo determinado e em condições controladas.

Diversos organismos podem ser utilizados como bioindicadores para pesquisas de biomonitoramento da qualidade do ar de um determinado ambiente.

### 2.3 Bioindicadores

Um bioindicador é um organismo que apresenta uma reação que pode ser identificada contra diferentes graus de alteração ambiental, um exemplo é a poluição do ar. Diversas espécies são incapazes de se adaptar ecologicamente ou geneticamente à condição ambiental alterada, portanto sua ausência é de fato uma indicação do problema. Seu comportamento nessas condições difere do natural em aspectos como hábito, fisiologia, demografia e relações com outros organismos (LIJTEROFF; LIMA; PRIERI, 2008).

Os bioindicadores têm sido utilizados para identificar respostas biológicas que apontam a exposição ou os efeitos de poluentes em organismos, populações, comunidades e ecossistema. Tais respostas biológicas referem-se, portanto, a respostas expressas desde os níveis biomoleculares-bioquímicos até o nível de comunidade (PRESTES; VINCENCI, 2019).

Segundo Vieira; Ferreira; Olivati (2014) os bioindicadores podem ser classificados em grupos, de acordo as suas funções, esses grupos são:

- **Sentinelas:** introduzidos para indicar níveis de degradação e prever ameaças ao ecossistema;

- **Detectores:** espécies locais que respondem a mudanças ambientais de forma mensurável;
- **Exploradores:** reagem positivamente a perturbações causadas pelos agentes agressores;
- **Acumuladores:** permitem a verificação de bioacumulação de substâncias poluentes;
- **Sensíveis:** modificam acentuadamente o comportamento sob os efeitos dos agentes agressores.

São conhecidos diversos organismos que podem ser utilizados como bioindicadores, por exemplo, espécies vegetais vasculares, briófitas, algas, líquens, fungos, animais invertebrados e animais vertebrados. São considerados bons bioindicadores no caso da poluição do ar, os organismos que mostram sensibilidade aos poluentes do ar, uma ampla distribuição no território do estudo e uma longa longevidade (VILA; GARCIA; GÓMEZ-BOLEA, 1997).

### 2.3.1 Líquens

Os líquens são associações simbióticas entre algas e fungos resultante em um talo (LIJTEROFF; LIMA; PRIERI, 2008). Os componentes da associação simbiótica líquênica recebem seus próprios nomes, sendo as algas verdes e cianobactérias, por realizarem a fotossíntese, são chamadas de fotobiontes (foto = luz; bionte = ser vivo), enquanto os fungos são os micobiontes (mico = fungo). Logo, pode-se dizer que um líquen é a união de um micobionte com um fotobionte (SPIELMANN, 2006).

A localização dos líquens é global, são encontrados até mesmo em desertos. Os líquens não dependem do substrato para a sua nutrição, por isso são encontrados sobre os mais diversos tipos de substrato, sendo assim, habitam em troncos, rochas, muros, vidros e solos (PEREIRA, *et al.*, 2006).

Os líquens mudam a coloração de acordo com as condições ambientais, associado pela cor da alga, em ambientes com altas taxas de poluição atmosférica eles são predominantemente esverdeados e acinzentados, porém em áreas com baixos índices de poluição atmosférica eles são avermelhados, alaranjados. Esse fenômeno

está associado ao fato desses organismos serem sensíveis a poluição atmosférica (NERASTI; POMPERMAYER; FERREIRA, 2014). A Figura 2 mostra um líquen vermelho, da espécie *Cryptothecia Rubrocincta*.



Figura 2 - *Cryptothecia rubrocincta*  
Fonte: Spielmann, 2006.

Os poluentes ocasionam diversos efeitos aos líquens, sendo alguns desses efeitos, a inibição do crescimento e desenvolvimento do talo, alterações nos processos metabólicos e mudanças anatômicas e morfofisiológicas. A alga, componente fotobionte do líquen, é a primeira a ser afetada com o surgimento de anormalidades no talo, como o branqueamento da clorofila e o desenvolvimento de áreas pardas nos cloroplastos. A clorofila se degrada em feofitina através da ação de soluções de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) mesmo que em baixas concentrações (MARTINS; KÄFFER; LEMOS, 2008).

Os líquens absorvem dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e retêm cerca de 30%. Tendo repetidas exposições ao  $\text{SO}_2$  os líquens concentram níveis muito altos de sulfatos e bissulfatos, dificultando assim o desempenho de suas funções como fotossíntese, respiração e fixação de nitrogênio, em alguns casos. Em razão disso, ocorre a deformação da estrutura do talo e por ventura a morte do líquen (LIJTEROFF; LIMA; PRIERI, 2008).

Embora, os líquens sejam ótimos bioindicadores de poluição atmosférica, eles não devem ser a exclusiva medida de monitoramento, devem ser um complemento.

Visto que eles são qualitativos e não quantitativos, ou seja, não expressam a quantidade de poluição presente no local em estudo.

### 2.3.2 Pigmentos fotossintéticos

As algas que são os seres fotossintetizantes da simbiose liquênica, possuem pigmentos fotossintéticos, a abundância e quais pigmentos, variam de acordo com a espécie de cada organismo fotossintetizante (STREIT, *et al.*, 2005).

Todos os organismos que realizam fotossíntese oxigênica possuem a clorofila a. A clorofila a é o pigmento capaz de realizar a fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético) e os outros pigmentos chamados de pigmentos acessórios auxiliam na absorção de luz e transferência da energia para os centros de reação (STREIT, *et al.*, 2005). Os pigmentos acessórios são carotenóides, ficobilinas e clorofilas (WHITE; DRUMMOND; FUQUA, 2012).

Na fotossíntese tem dois fotossistemas que são complementares, mas trabalham de forma independente, assim sendo, o fotossistema I é o que absorve a luz na faixa de 700 nm ou mais e o fotossistema II absorve comprimentos de onda na faixa de 680 nm ou menos. Para que a fotossíntese funcione de forma eficiente é necessário ambos os fotossistemas.

Nas cianobactérias (e algas vermelhas eucarióticas), a ficobilina que é um pigmento acessório que capta a luz e transfere energia para o fotosistema II, as ficobilinas estão localizados em grânulos chamados hycobilisomes que estão ligados às membranas fotossintéticas, que também podem ser chamadas de tilacóides. Além das ficobilinas, as cianobactérias também utilizam carotenoides como pigmentos de captação de luz e eles também servem para proteger a clorofila de fotooxidação (WHITE; DRUMMOND; FUQUA, 2012).

As membranas fotossintéticas das cianobactérias são, na realidade, sacos intracelulares ligados à membrana, que são chamados tilacóides, que têm centros de reação e complexos de captação de luz, chamados de ficobilissomas. Os ficobilissomas são numerosos grânulos que cobrem os tilacóides e que são ligados ao fotossistema II - PS II. Os ficobilissomas consistem em proteínas denominadas ficobiliproteínas, que em razão aos tetrapirróis de cadeia aberta (ficobilinas) ligados covalentemente à proteína

por meio de ligações tioéteres a um resíduo de cisteína na ficobiliproteína, conseguem absorver luz na faixa de 450 a 660 nm (WHITE; DRUMMOND; FUQUA, 2012).

As ficobiliproteínas podem ser divididas em três classes: ficoeritina, ficocianina e aloficocianina, sendo dispostas em camadas umas com as outras, a ficoeritina fica no exterior, ficocianina no meio e aloficocianina no interior, bem próximo do centro da reação. A Figura 3 mostra um esquema da estrutura de um fibolossoma, sendo: 1. ficoeritina, 2. ficocianina e 3. aloficocianina (WHITE; DRUMMOND; FUQUA, 2012).

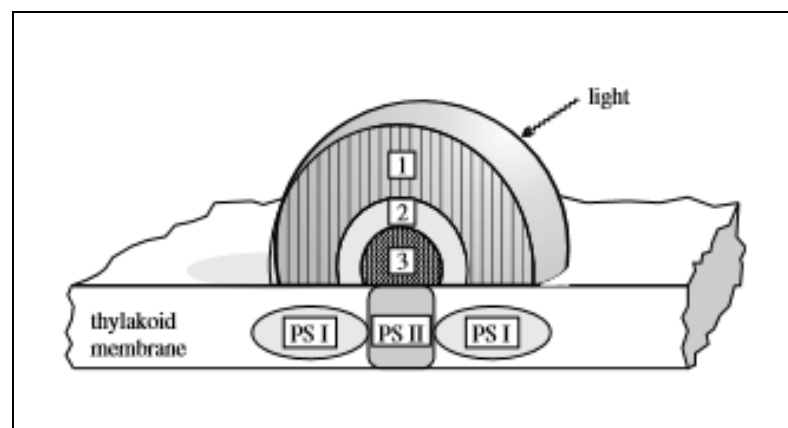


Figura 3 - Estrutura de um fibolossoma

Fonte: White; Drummond; Fuqua, 2012.

A ficoeritina confere um tom vermelho as algas, capta luz na faixa de 490 a 570 nm, ou seja, absorve energia luminosa verde e reflete vermelha. A ficocianina confere cor azul, capta luz na faixa de 610 a 650 nm e a aloficocianina também confere um tom azul, captando luz em torno dos 650 a 660 nm.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização do Município de Volta Redonda**

Volta Redonda é um dos principais municípios do Estado do Rio de Janeiro, apresenta grande importância para a economia tanto regional quanto estadual (PMVR, 2020).

O nome Volta Redonda é devido a curva acentuada do Rio Paraíba do Sul, Rio esse que corta toda a cidade (PMVR, 2020).

Volta Redonda possui uma área de 182,483 Km<sup>2</sup>, uma altitude média que varia de 350 m a 707 m (Figura 4), o clima é mesotérmico, ou seja, o inverno é seco e o verão é quente e chuvoso. O município possui cerca de 260180 habitantes (PMVR, 2020).

A cidade de Volta Redonda tem um papel essencial na história de desenvolvimento industrial do Brasil, pois abriga a maior usina siderúrgica da América Latina, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em consequência disso a cidade é conhecida popularmente como “Cidade do Aço” (PMVR, 2020).

Devido a cidade abrigar uma indústria em seu centro, que apesar de todos os esforços ainda é um dos grandes agentes poluidores e associado ao fato do intenso fluxo de veículos em toda a cidade, Volta Redonda apresenta uma grande poluição atmosférica que causa danos ambientais e à saúde humana.

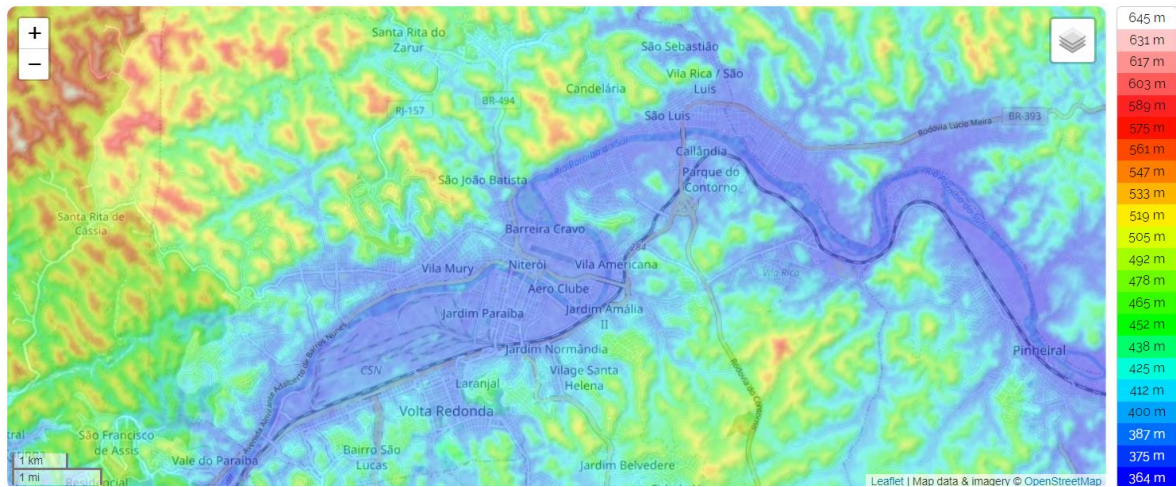


Figura 4 - Mapa topográfico de Volta Redonda

Fonte: Topographic-map.com, 2020.

### 3.2 Delimitação da área de estudo

O estudo foi realizado no Município de Volta Redonda-RJ e foi definido cinco pontos de monitoramento sendo, 4 pontos na cidade onde possui alto índice de poluição atmosférica, devido ao intenso fluxo de veículos e à presença de empresas. O outro ponto de monitoramento foi em uma área de preservação ambiental do Município, esse ponto servirá como referência para a comparação dos resultados. Os pontos de monitoramento são mostrados na Tabela 4 e na Figura 5.

Tabela 4 - Pontos de monitoramento

| Pontos de monitoramento |                    |          |                       |
|-------------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| Ponto                   | Bairro             | Elevação | Coordenadas           |
| 1                       | Conforto           | 389 m    | 22°31'01"S 44°07'08"W |
| 2                       | Vila Santa Cecília | 387 m    | 22°30'43"S 44°06'20"W |
| 3                       | Vila Mury          | 380 m    | 22°29'31"S 44°05'57"W |
| 4                       | Bom Jesus          | 391 m    | 22°29'34"S 44°06'25"W |
| 5                       | Santa Cruz         | 418 m    | 22°27'06"S 44°04'51"W |

Fonte: A autora, 2020.

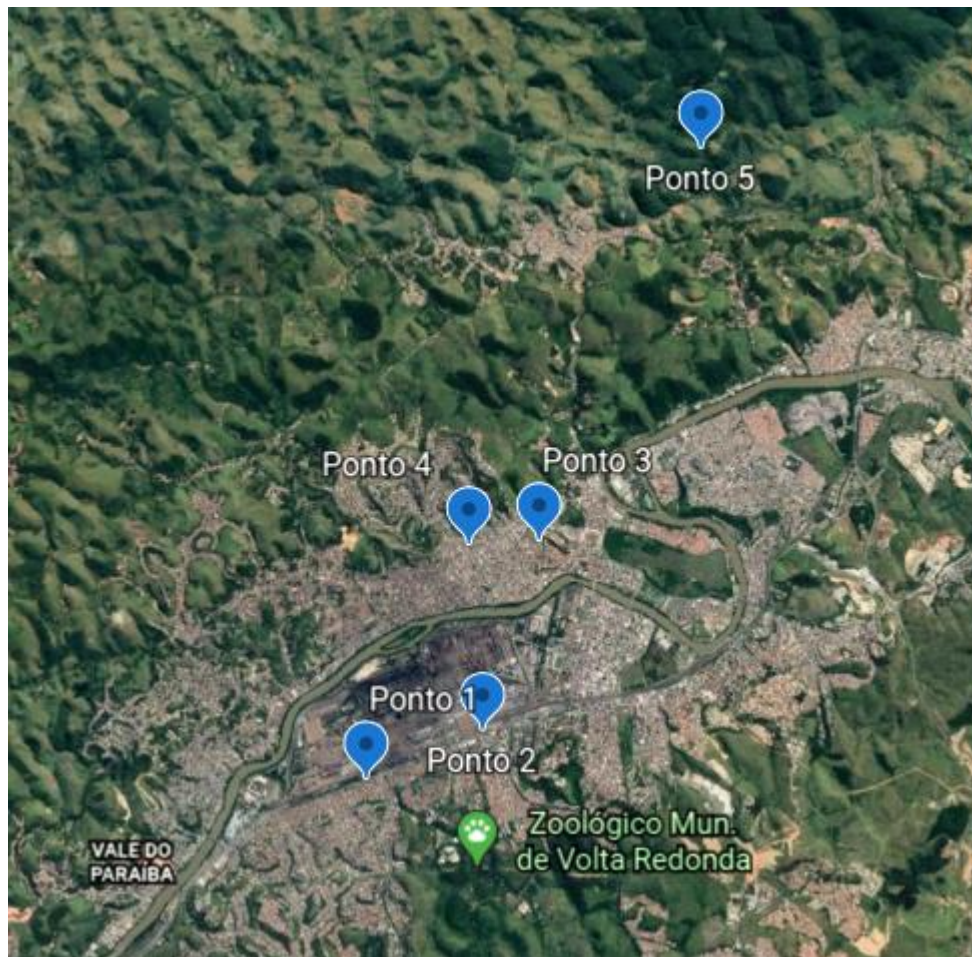


Figura 5 - Localização dos pontos de monitoramento

Fonte: Google Earth, 2020.

### 3.3 Coleta do biomonitor

Os líquens vermelhos, conhecidos como bioindicadores da qualidade do ar, utilizados para realizar o biomonitoramento foram retirados do Zoológico Municipal de Volta Redonda ( $22^{\circ}31'42''\text{S}$   $44^{\circ}06'21''\text{W}$ ) no dia 27 de maio de 2020. O Zoológico é umas das áreas verdes da cidade.



Figura 6 - Localização do Zoológico

Fonte: Google Earth, 2020.

Os líquens foram removidos com o auxílio de uma faca, sendo retirados com uma parte do substrato junto (casca da árvore). Em seguida, os líquens foram colocados em um saco plástico para serem levado para os pontos de monitoramento.

### 3.3.1 Implantação do biomonitor

No dia 27 de maio de 2020 foi colocado uma amostra de líquen em cada ponto de monitoramento já definido anteriormente. O líquen foi colocado na árvore com o auxílio de pregos e um martelo, todos eles foram colocados a uma altura correspondente ao DAP (Diâmetro na Altura do Peito) que no Brasil é considerado a altura de 1,30m em relação ao solo.



Figura 7 - Líquen implantado em um ponto de monitoramento

Fonte: A autora, 2020.

### 3.4 Identificação do líquen

A identificação do líquen foi realizada com base em pesquisas em artigos científicos e imagens sendo, a principal referência SPIELMANN, 2006, portanto, o líquen utilizado para o estudo é da espécie *Cryptothecia rubrocincta*, conhecida como líquen vermelho e por ser bioindicador da qualidade do ar.

### 3.5 Período do monitoramento

O monitoramento foi realizado durante um período de quase um mês, mais precisamente 29 dias, sendo de 27/05/2020 até 24/06/2020. Os monitoramentos foram realizados uma vez por semana, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Período de monitoramento

| <b>Período de Monitoramento</b> |            |
|---------------------------------|------------|
| Retirada e Implantação          | 27/05/2020 |
| 1º Monitoramento                | 03/06/2020 |
| 2º Monitoramento                | 10/06/2020 |
| 3º Monitoramento                | 17/06/2020 |
| 4º Monitoramento                | 24/06/2020 |

Fonte: A autora, 2020.

### **3.6 Monitoramento fotográfico**

Em todas as datas definidas para realizar o monitoramento foram realizados registros fotográficos para acompanhar as possíveis alterações na coloração dos líquens.

### **3.7 Monitoramento atmosférico**

Além do acompanhamento da coloração do líquen também foram coletados dados atmosféricos como, temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica e velocidade dos ventos. A interação dos líquens com o meio ambiente depende do microclima do local onde está inserido e da qualidade do ar. Uma vez que a umidade do ar é um fator fundamental no comportamento dos líquens, que possui a taxa de crescimento relacionada com as condições ambientais (PIQUÉ, *et al.*, 2006).

Os dados foram coletados através de uma estação de monitoramento portátil, marca Brunton, modelo ABC Pro, conforme a Figura 8.



Figura 8 - Estação de monitoramento portátil

Fonte: A autora, 2020.

### 3.8 Dados do monitoramento de SO<sub>2</sub> do INEA

Os valores diários de monitoramento de SO<sub>2</sub> no período amostral de 27 de maio de 2020 a 24 de junho de 2020 foram obtidos através dos dados exibidos pelas estações de monitoramento automático do Instituto Estadual do Ambiente - INEA disponíveis em seu portal <[www.inea.gov.br](http://www.inea.gov.br)> na página "AR, ÁGUA e SOLO", os quais foram tabulados e tratados através da média aritmética diária dos valores informados por hora pelas estações. Os valores obtidos das estações de monitoramento no período são mostrados no Anexo A.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão apresentados e discutidos os resultados obtidos através dos monitoramentos, atmosférico e fotográfico. Todos os registros fotográficos estão no apêndice A.

A Tabela 6 e a Figura 9 apresentam os dados de monitoramento no Ponto 1.

Tabela 6 - Ficha de monitoramento: Ponto 1

| Ficha de Monitoramento |                  |                   |                          |                             |              |         |
|------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|---------|
| Ponto 1 – Conforto     |                  |                   |                          |                             |              |         |
| Data                   | Temperatura (°C) | Umidade do ar (%) | Pressão atmosférica (mb) | Velocidade dos ventos (m/s) | Precipitação | Horário |
| 27/05/2020             | 20,7             | 62,9              | 971                      | 0,8                         | Não          | 11:39h  |
| 03/06/2020             | 21,9             | 70                | 974,9                    | 0,8                         | Não          | 10:11h  |
| 10/06/2020             | 25               | 74,7              | 970,8                    | 0,8                         | Não          | 10:12h  |
| 17/06/2020             | 22               | 74                | 981,5                    | 0,8                         | Não          | 10:10h  |
| 24/06/2020             | 22,3             | 58,5              | 973                      | 2,2                         | Não          | 10:01h  |

Fonte: A autora, 2020.

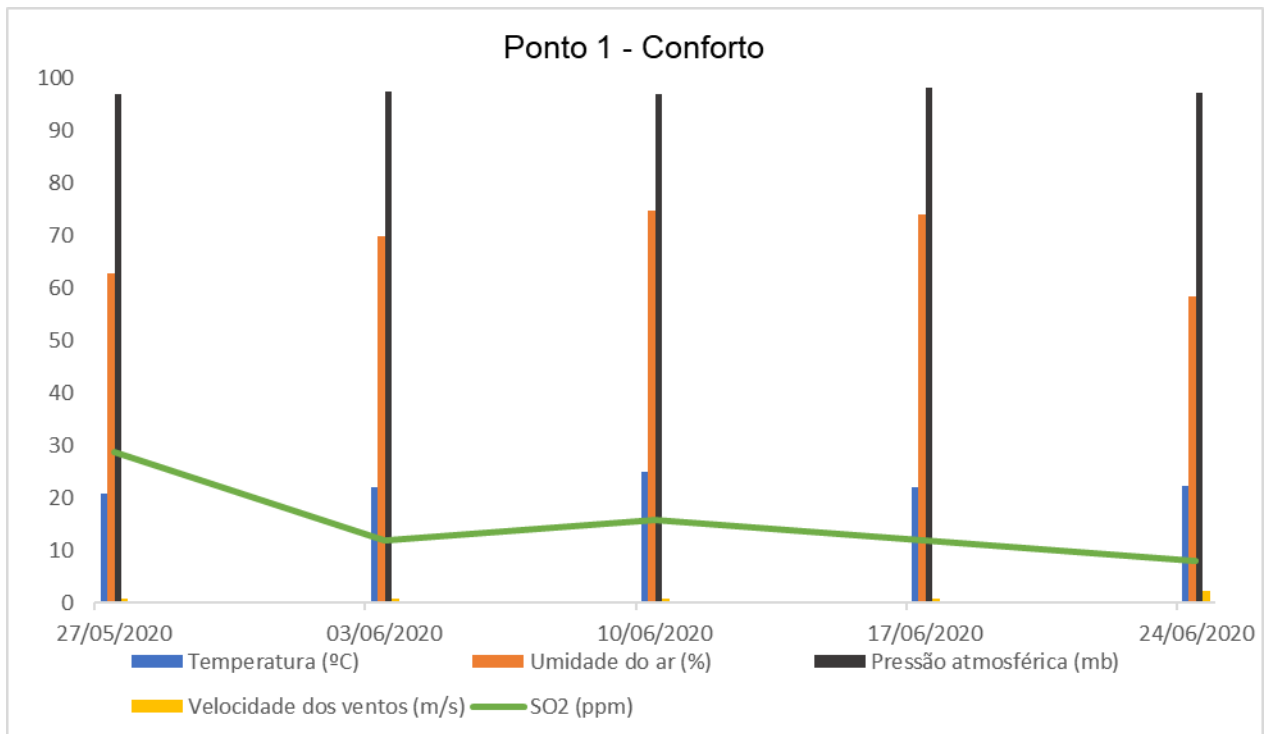


Figura 9 - Gráfico com dados do ponto 1  
Fonte: A autora, 2020.

Dentre todos os pontos monitorados o ponto 1 (Conforto) foi onde o líquen apresentou um maior descoloramento, isso pode ter acontecido por ser um local próximo da maior empresa da cidade, e também de uma rodovia com grande fluxo de veículos diariamente, apesar dos ventos levarem os poluentes emitidos pela empresa em sua maior parte para outra direção. Os dados obtidos no monitoramento atmosférico foram relacionados com a média diária dos dados de SO<sub>2</sub> obtidos no site do INEA (Instituto Estadual do Ambiente) da estação automática da Vila Santa Cecília, visto que a estação localizada no Conforto não mede SO<sub>2</sub>.

Os valores de umidade registrados nos monitoramentos foram considerados altos, devido à proximidade do ponto de monitoramento com uma estação de tratamento, que libera para a atmosfera grande quantidade de vapor de água.

Tabela 7 - Ficha de monitoramento: Ponto 2

| <b>Ficha de Monitoramento</b> |                         |                          |                                 |                                    |                     |                |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------|
| Ponto 2 – Vila Santa Cecília  |                         |                          |                                 |                                    |                     |                |
| <b>Data</b>                   | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Umidade do ar (%)</b> | <b>Pressão atmosférica (mb)</b> | <b>Velocidade dos ventos (m/s)</b> | <b>Precipitação</b> | <b>Horário</b> |
| 27/05/2020                    | 26,4                    | 62,9                     | 970,3                           | 0,8                                | Não                 | 13:20h         |
| 03/06/2020                    | 23,4                    | 71,3                     | 975,2                           | 0,8                                | Não                 | 10:20h         |
| 10/06/2020                    | 26,7                    | 69,7                     | 971,4                           | 0,8                                | Não                 | 10:20h         |
| 17/06/2020                    | 22,8                    | 70                       | 981,8                           | 0,8                                | Não                 | 10:20h         |
| 24/06/2020                    | 23,3                    | 53                       | 973,6                           | 2,2                                | Não                 | 10:09h         |

Fonte: A autora, 2020.

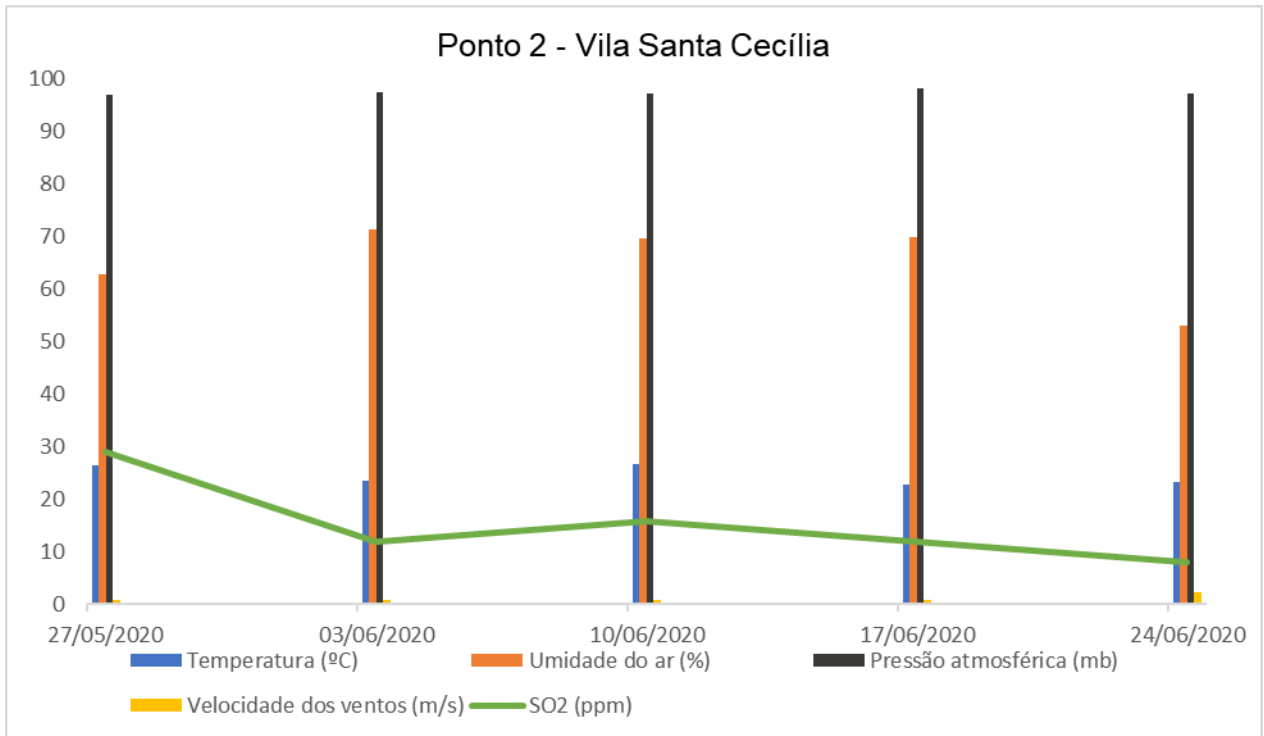


Figura 10 - Gráfico com dados do ponto 2  
Fonte: A autora, 2020.

No ponto 2 (Vila Santa Cecília) não foi possível notar um descoloramento muito expressivo no líquen, apesar do líquen ter sido implantado as margens da Av. dos Trabalhadores, onde tem um intenso fluxo de veículos. Os dados obtidos foram relacionados com a média diária dos dados de SO<sub>2</sub> do site do INEA da estação automática da Vila Santa Cecília.

Tabela 8 - Ficha de monitoramento: Ponto 3

| <b>Ficha de Monitoramento</b> |                  |                   |                          |                             |              |         |
|-------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|---------|
| Ponto 3 – Vila Mury           |                  |                   |                          |                             |              |         |
| Data                          | Temperatura (°C) | Umidade do ar (%) | Pressão atmosférica (mb) | Velocidade dos ventos (m/s) | Precipitação | Horário |
| 27/05/2020                    | 25,2             | 39                | 968,2                    | 0,8                         | Não          | 12:50h  |
| 03/06/2020                    | 25,1             | 67,6              | 972,3                    | 0,8                         | Não          | 11:10h  |
| 10/06/2020                    | 27               | 68,2              | 967,6                    | 0,8                         | Não          | 11:12h  |
| 17/06/2020                    | 25               | 64,2              | 977,9                    | 0,8                         | Não          | 11:10h  |
| 24/06/2020                    | 24,1             | 53,2              | 969,6                    | 2,2                         | Não          | 11:02h  |

Fonte: A autora, 2020.

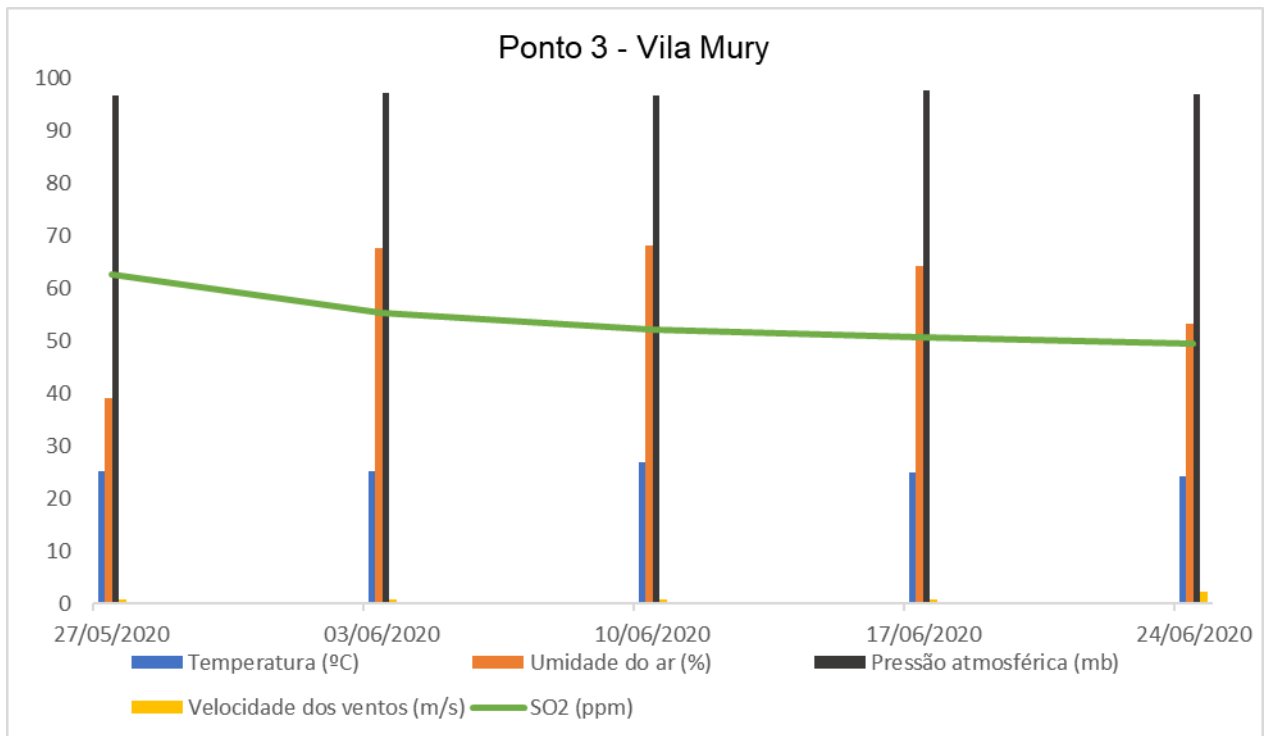


Figura 11 - Gráfico com dados do ponto 3  
Fonte: A autora, 2020.

Tabela 9 - Ficha de monitoramento: Ponto 4

| <b>Ficha de Monitoramento</b> |                         |                          |                                 |                                    |                     |                |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>Ponto 4 – Bom Jesus</b>    |                         |                          |                                 |                                    |                     |                |
| <b>Data</b>                   | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Umidade do ar (%)</b> | <b>Pressão atmosférica (mb)</b> | <b>Velocidade dos ventos (m/s)</b> | <b>Precipitação</b> | <b>Horário</b> |
| 27/05/2020                    | 26,5                    | 35,7                     | 970,5                           | 0,8                                | Não                 | 13:04h         |
| 03/06/2020                    | 25,6                    | 65,5                     | 974,5                           | 0,8                                | Não                 | 11:15h         |
| 10/06/2020                    | 27,3                    | 67,3                     | 970,4                           | 0,8                                | Não                 | 11:18h         |
| 17/06/2020                    | 25,7                    | 62,7                     | 980,9                           | 0,8                                | Não                 | 11:16h         |
| 24/06/2020                    | 24,5                    | 52,6                     | 972,7                           | 2,2                                | Não                 | 11:09h         |

Fonte: A autora, 2020.

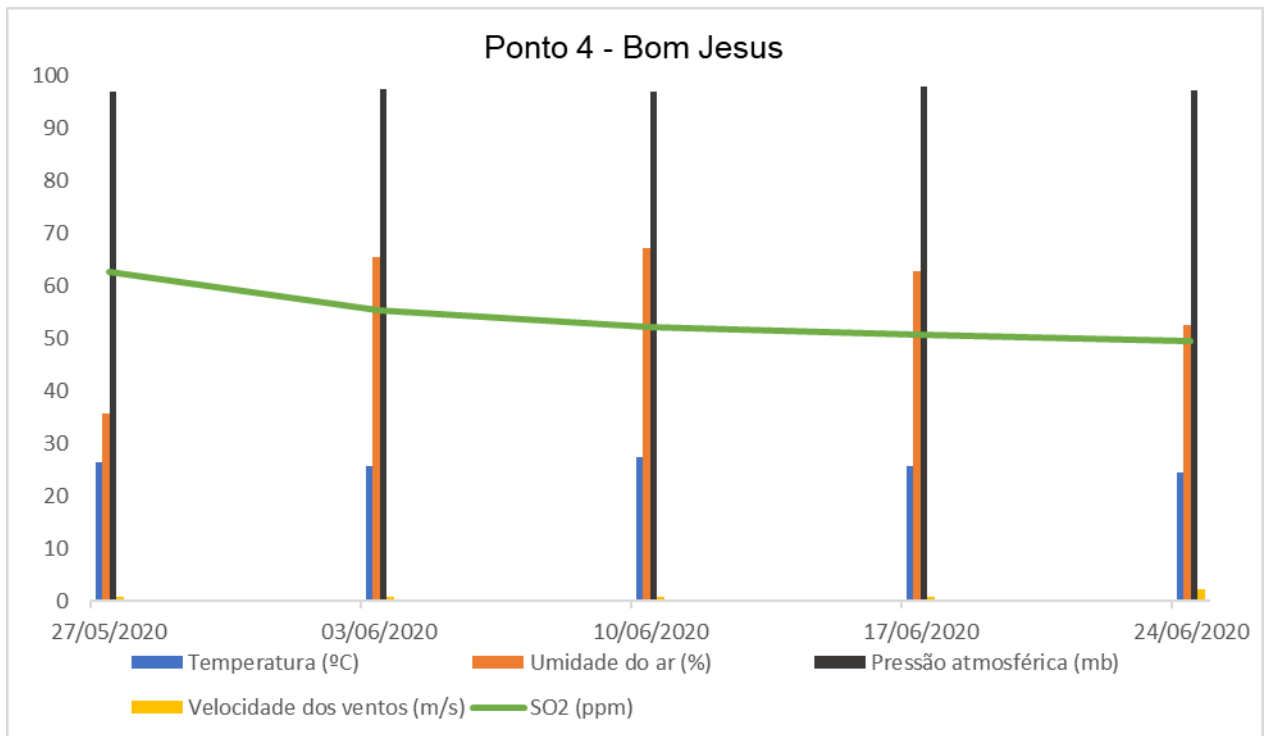


Figura 12 - Gráfico com dados do ponto 4  
Fonte: A autora, 2020.

Nos pontos 3 (Vila Mury) e 4 (Bom Jesus) foi possível perceber uma alteração de cor nos líquens. Pode ser que o grande fator responsável por essa alteração é o fato de que esses dois pontos de monitoramento ficam a jusante da empresa que é uma das grandes poluidoras de Volta Redonda e segundo o Weather Spark a direção desses pontos de monitoramento é a direção dos ventos, sentido norte, na época em que foi realizada a pesquisa, Figura 13. Portanto, os poluentes emitidos para a atmosfera pela empresa são carregados para esse lado da cidade através dos ventos. As setas na Figura 14 ilustram bem a direção predominante dos ventos.

Os dados do monitoramento dos pontos 3 e 4 foram relacionados com a média diária dos dados de SO<sub>2</sub> do site do INEA da estação automática do Retiro, pois é a estação mais próxima desses dois pontos de monitoramento, foi possível perceber o quanto a média de SO<sub>2</sub> é maior, devido os ventos levarem para essa direção os poluentes.

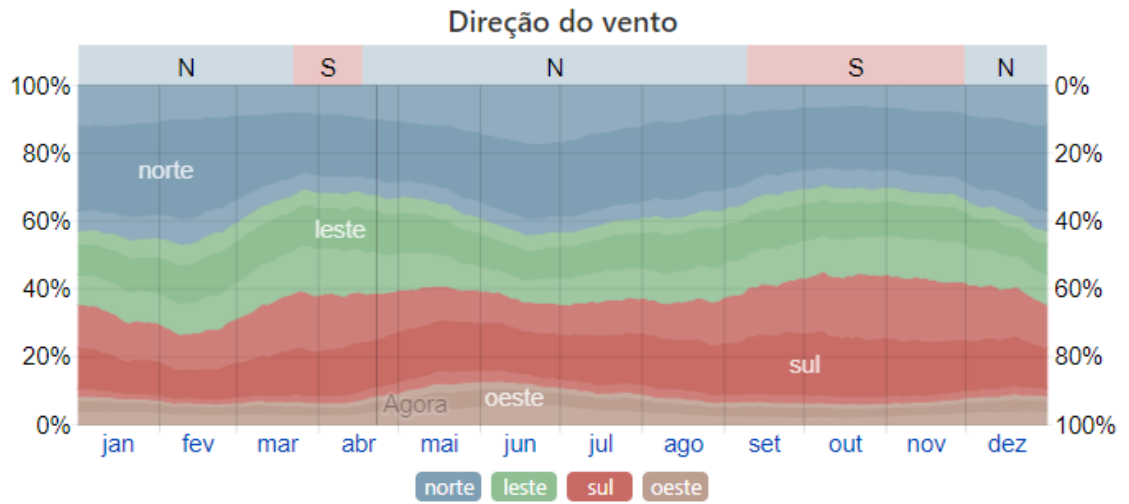


Figura 13 - Direção dos ventos na cidade de Volta Redonda - RJ  
 Fonte: Weather Spark, 2020.



Figura 14 - Mapa mostrando a direção predominante dos ventos  
 Fonte: Adaptado de Google Earth, 2020.

Portanto, pode-se observar que nos pontos mais poluídos, Conforto, Vila Mury e Bom Jesus, o descoloramento do líquen ocorreu de forma mais rápida, do que na Vila Santa Cecília, onde não foi possível observar o descoloramento de forma tão gradativa como nos outros pontos citados.

Tabela 10 - Ficha de monitoramento: Ponto 5

| <b>Ficha de Monitoramento</b>   |                         |                          |                                 |                                    |                     |                |
|---|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------|
| Ponto 5 – Santa Cruz – Parque Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá |                         |                          |                                 |                                    |                     |                |
| <b>Data</b>   | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Umidade do ar (%)</b> | <b>Pressão atmosférica (mb)</b> | <b>Velocidade dos ventos (m/s)</b> | <b>Precipitação</b> | <b>Horário</b> |
| 27/05/2020  | 24,7                    | 55,6                     | 965                             | 0,8                                | Não                 | 12:20h         |
| 03/06/2020  | 24,1                    | 76,5                     | 968,9                           | 0,8                                | Não                 | 10:46h         |
| 10/06/2020  | 26,2                    | 75,5                     | 965,5                           | 0,8                                | Não                 | 10:50h         |
| 17/06/2020  | 21,2                    | 73,4                     | 975,4                           | 0,8                                | Não                 | 10:47h         |
| 24/06/2020  | 21,2                    | 63,7                     | 967,1                           | 2,2                                | Não                 | 10:40h         |

Fonte: A autora, 2020.

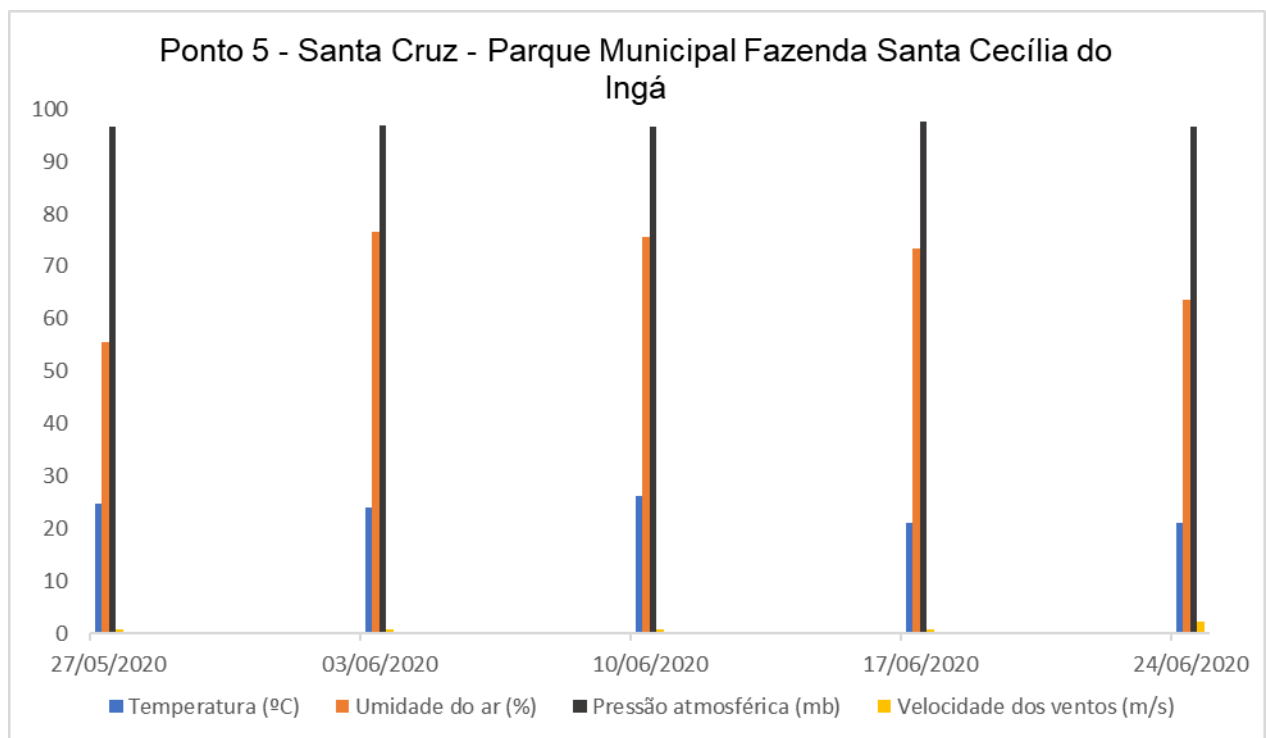


Figura 15 - Gráfico com dados do ponto 5  
Fonte: A autora, 2020.

No ponto 5 (Santa Cruz – Parque Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá) não foi possível identificar alteração na coloração do líquen, isso já era esperado, devido ao Parque do Ingá ser uma área natural e de preservação ambiental, entretanto o líquen foi implantado para que servisse como uma referência para a pesquisa. A fim de mostrar que em uma área preservada sem grande poluição atmosférica o comportamento do líquen se mantém o mesmo, ou seja, mantém a coloração vermelha e que de fato o que altera a coloração do líquen são os poluentes atmosféricos a que ele foi exposto nos outros pontos de monitoramento.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como intuito avaliar quali-quantitativamente os níveis de SO<sub>x</sub> através do biomonitoramento usando os líquens vermelhos, sendo assim conclui-se que o líquen vermelho da espécie *Cryptothecia rubrocinta*, mostrou-se um bom biomonitor, pois com a retirada do seu habitat natural e inserção nos pontos de monitoramento este deixou de expressar sua coloração vermelha proporcionalmente em relação aos níveis de SO<sub>2</sub>, conforme dados obtidos através do monitoramento físico-químico efetuado. Com o monitoramento fotográfico dos líquens usados como biomonitores observou-se que houve uma menor expressão de seus pigmentos em relação aos níveis de SO<sub>2</sub>.

O monitoramento realizado no período de 27 de maio de 2020 a 24 de junho de 2020 em clima seco (precipitação pluviométrica ausente), não interferiu nos níveis de SO<sub>2</sub> no ar fazendo com que os líquens absorvessem efetivamente o SO<sub>2</sub> presente na atmosfera.

Através da pesquisa pode-se confirmar que a cidade de Volta Redonda tem alto índice de poluição atmosférica e que dentre os locais monitorados no estudo, os mais afetados são Conforto, Vila Mury e Bom Jesus, sendo esses dois últimos os que mais recebem pela ação dos ventos uma maior quantidade de poluentes liberados pela grande poluidora da cidade que fica localizada bem no centro da cidade. E mostrou também como uma área de preservação ambiental como o Parque Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá é importante para as cidades, pois esses locais funcionam como filtros para a poluição, além de contribuir com o bem estar da população em geral.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAGLIANO, Roger Vinicius. **Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais.** Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v.2, n.1, p. 24-40, jul-dez 2012.

BRAGA, A.; et al. **Poluição atmosférica e saúde humana.** Revista USP, São Paulo, n. 5, p. 58-71, set./nov. 2001.

BRAIT, Carlos Henrique Hoff. **Monitoramento ambiental de metais utilizando biomonitores e sistema passivo de coleta de poluentes.** Tese (Doutorado). 116p. Goiânia. Universidade Federal de Goiás, 2008.

BRASIL. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 491 de 19 de novembro de 2018.** Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar. Publicado no D.O.U.

CETESB. **Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo em 2018.** São Paulo, 2019.

COSTA, William Raimundo. **Utilização de líquens no monitoramento ativo e passivo da poluição atmosférica.** Tese (Mestrado). 61p. Uberaba. Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2018.

CUNHA, Maria Helena Alves da. **Biomonitoramento da qualidade do ar em Vertente do Lério – PE, e sua correlação com ocorrência de doenças pulmonares.** Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais). 107p. Recife. UFPE, 2005.

DAPPER, S.; SPOHR, C.; ZANINI, R. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo.** Estudos avançados, São Paulo, v.30, n-86, p. 83-97, 2016.

DRUMM, F. C.; et al. **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores.** REGET/UFMS, v. 18, n.1, p. 66-78, 2014.

IAP. **Fontes de Poluição Atmosférica.** Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1415.html>>. Acesso: 28 de março de 2020.

INEA. **Dados do monitoramento da qualidade do ar e meteorologia.** Disponível em: <[http://200.20.53.25/qualiar/Dados/frm\\_atual](http://200.20.53.25/qualiar/Dados/frm_atual)> Acesso em: 22 de julho de 2020.

GOOGLE EARTH. **Mapa.** Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-22.50820901,-44.07974606,388.33052995a,17170.85859227d,35y,-0.00000005h,4.57970659t,0r>>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

GOUVEIA, N. et al. **Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.22, n-12, p. 2669-77, 2006.

LEAL, G.; FARIAS, M.; ARAUJO, A. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano.** Qualitas Revista Eletrônica, Paraíba, v. 7, n.1, p. 1-11, 2008.

LEAL, L.; et al. **Estudo comparativo de líquens na Faetec Jundiá e na Serra do Japí.** In: 30º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente, 2019.

LIJTEROFF, R.; LIMA, L.; PRIERI, B. **Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica em la ciudad de San Luis, Argentina.** Rev. Int. Contam. Ambient, San Luis, v.25, n.2, p.111-120, outubro 2008.

LIMA, Josanidia Santana, 2001. **Bioindicação, biomonitoramento: Aspectos bioquímicos e morfológicos.** Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/172](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/172)>. Acesso: 09 de abril de 2020.

MAPA TOPOGRÁFICO. **Volta Redonda.** Disponível em: <<https://pt-br.topographic-map.com/maps/g28g/Volta-Redonda/>>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

MARTINS, S.; KÄFFER, M.; LEMOS, A. **Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrica, Rio Grande do Sul, Brasil.** Hoehnea, v.35, n.3, p. 425-433, 2008.

NERASTI, A.; POMPERMAYER, N.; FERREIRA, L. **Líquens como bioindicadores de poluição atmosférica no município de Jundiá, SP.** In: XI Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Calda, 2014.

PEDROSO, Andrea Nunes Vaz. **Poluentes atmosféricos x Plantas bioindicadores.** Tese (Doutorado). 18p. São Paulo. Instituto de Botânica – IBt, 2007.

PEREIRA, E.; et al. **Líquens.** Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/14\\_Biodiv\\_14\\_Cap05.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/14_Biodiv_14_Cap05.pdf)>. Acesso em: 23 de abril de 2020.

PIQUÉ, Maria Pilar Rojals et al. **Monitoramento automático (direto) versus biológico (indireto) na avaliação da qualidade do ar.** In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2006.

PMVR. **Características.** Disponível em: <[https://new.voltaredonda.rj.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11&catid=8](https://new.voltaredonda.rj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=11&catid=8)>. Acesso em: 26 de junho de 2020.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. **Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento.** Estudos avançados, São Paulo, v.31, n-89, p. 271-283, 2017.

PRESTES, Rosi Maria; VINCENCI, Kelin Luiza. **Bioindicadores com avaliação de impacto ambiental.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, jul./set. 2019.

ROSGOSKI, A; MUNIZ, J; PINTO, R. **Uso de líquens como bioindicadores da qualidade do ar no município de Porto União – SC.** In: Enaproc, 2015.

SPIELMANN, Adriano Afonso. **Fungos liquenizados (líquens).** Tese (Doutorado). 13p. São Paulo. Instituto de Botânica – IBt, 2006.

STREIT, N.; et al. **As Clorofilas**. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.3, maio/junho, 2005.

VIEIRA, M.; FERREIRA, R.; OLIVATI, F. **A utilização de bioindicadores como instrumento de perícia ambiental**. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade, v.5, n.3, p. 36-49, 2014.

VILA, X.; GARCÍA, T.; GÓMEZ-BOLEA, A. **Els líquens com a bioindicadors de la qualitat atmosfèrica: el cas de la vall de Fumanya (Cercs, Barcelona)**. Bol. Inst. Cat. Hist. Nat. 65, p. 5-13, 1997.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias de V Redonda**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30464/Clima-caracter%C3%ADstico-em-V-Redonda-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 02 de julho de 2020.

WHITE, D.; DRUMMOND, J.; FUQUA, C. **The Physiology and Biochemistry of Prokaryotes**. 4ª Edição. New York: Oxford University Press, 2012.

## APÊNDICES

### Apêndice A- Registros fotográficos

Aqui é possível verificar todos os registros fotográficos feitos a partir do monitoramento fotográfico que ilustra as alterações na coloração dos líquens.

#### Ponto 1 – Conforto





**Ponto 2 – Vila Santa Cecília**



27/05/2020



03/06/2020



10/06/2020



17/06/2020



24/06/2020

**Ponto 3 – Vila Mury**



27/05/2020



03/06/2020



10/06/2020



17/06/2020



24/06/2020

**Ponto 4 – Bom Jesus**



27/05/2020



03/06/2020



10/06/2020



17/06/2020



24/06/2020

**Ponto 5 – Santa Cruz – Parque Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá**



27/05/2020



03/06/2020



10/06/2020



17/06/2020



24/06/2020

## ANEXOS

### Anexo A – Dados do monitoramento de SO<sub>2</sub> do INEA

Dados brutos diários do monitoramento de SO<sub>2</sub> retirados do site do INEA, do período de 27 de maio de 2020 a 24 de junho de 2020 da estação automática do bairro Vila Santa Cecília – Volta Redonda.

| EMPRESA PRIVADA                                  |             | 28/5/2020 0:30:00  | 0,000666139 |
|--|-------------|--------------------|-------------|
| Auto - VR - Santa Cecília                        |             | 28/5/2020 1:30:00  | 0,000704833 |
| Qualidade do Ar                                  |             | 28/5/2020 2:30:00  | 0,000764722 |
| Ar Ambiente                                      |             | 28/5/2020 3:30:00  | 0,000805806 |
| Dióxido de Enxofre                               |             | 28/5/2020 4:30:00  | 0,000839639 |
| Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 0,0 m |             | 28/5/2020 5:30:00  | 0,000907083 |
| Rotina   |             | 28/5/2020 6:30:00  | 0,000991861 |
| parte por milhão                                 |             | 28/5/2020 7:30:00  | 0,000996111 |
| DATA DA MEDIÇÃO                                  |             | 28/5/2020 8:30:00  | 0,000902778 |
| 27/5/2020 0:30:00                                | 0,000569083 | 28/5/2020 9:30:00  | 0,003195111 |
| 27/5/2020 1:30:00                                | 0,000632694 | 28/5/2020 10:30:00 | 0,004919944 |
| 27/5/2020 2:30:00                                | 0,000624222 | 28/5/2020 11:30:00 | 0,002545417 |
| 27/5/2020 3:30:00                                | 0,000666611 | 28/5/2020 12:30:00 | 0,001414278 |
| 27/5/2020 4:30:00                                | 0,000728611 | 28/5/2020 13:30:00 | 0,001131889 |
| 27/5/2020 5:30:00                                | 0,000775639 | 28/5/2020 14:30:00 | 0,0009265   |
| 27/5/2020 6:30:00                                | 0,000854389 | 28/5/2020 15:30:00 | 0,0008585   |
| 27/5/2020 7:30:00                                | 0,00088125  | 28/5/2020 16:30:00 | 0,000807556 |
| 27/5/2020 8:30:00                                | 0,003633528 | 28/5/2020 17:30:00 | 0,000813806 |
| 27/5/2020 9:30:00                                | 0,018976806 | 28/5/2020 18:30:00 | 0,000742528 |
| 27/5/2020 10:30:00                               | 0,024315833 | 28/5/2020 19:30:00 | 0,000722583 |
| 27/5/2020 11:30:00                               | 0,004324056 | 28/5/2020 20:30:00 | 0,000714389 |
| 27/5/2020 12:30:00                               | 0,00179725  | 28/5/2020 21:30:00 | 0,000683444 |
| 27/5/2020 13:30:00                               | 0,001767056 | 28/5/2020 22:30:00 | 0,000707361 |
| 27/5/2020 14:30:00                               | 0,001200222 | 28/5/2020 23:30:00 | 0,000682583 |
| 27/5/2020 15:30:00                               | 0,001157667 | 29/5/2020 0:30:00  | 0,00071275  |
| 27/5/2020 16:30:00                               | 0,001082528 | 29/5/2020 1:30:00  | 0,000769444 |
| 27/5/2020 17:30:00                               | 0,001000722 | 29/5/2020 2:30:00  | 0,000860889 |
| 27/5/2020 18:30:00                               | 0,000816917 | 29/5/2020 3:30:00  | 0,000974278 |
| 27/5/2020 19:30:00                               | 0,000714    | 29/5/2020 4:30:00  | 0,000988444 |
| 27/5/2020 20:30:00                               | 0,000705111 | 29/5/2020 5:30:00  | 0,00097225  |
| 27/5/2020 21:30:00                               | 0,000676722 | 29/5/2020 6:30:00  | 0,000993778 |
| 27/5/2020 22:30:00                               | 0,000639    | 29/5/2020 7:30:00  | 0,001153056 |
| 27/5/2020 23:30:00                               | 0,000674028 | 29/5/2020 8:30:00  | 0,001437806 |
|  |             | 29/5/2020 9:30:00  | 0,003847083 |
|  |             | 29/5/2020 10:30:00 | 0,011222083 |
|  |             | 29/5/2020 11:30:00 | 0,003686972 |
|  |             | 29/5/2020 12:30:00 | 0,001508278 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 29/5/2020 13:30:00 | 0,001113056 |
| 29/5/2020 14:30:00 | 0,000938306 |
| 29/5/2020 15:30:00 | 0,000865222 |
| 29/5/2020 16:30:00 | 0,000778056 |
| 29/5/2020 17:30:00 | 0,0008205   |
| 29/5/2020 18:30:00 | 0,000820667 |
| 29/5/2020 19:30:00 | 0,000715111 |
| 29/5/2020 20:30:00 | 0,000711694 |
| 29/5/2020 21:30:00 | 0,000710556 |
| 29/5/2020 22:30:00 | 0,000704611 |
| 29/5/2020 23:30:00 | 0,000712889 |
| 30/5/2020 0:30:00  | 0,000673583 |
| 30/5/2020 1:30:00  | 0,000746611 |
| 30/5/2020 2:30:00  | 0,000887333 |
| 30/5/2020 3:30:00  | 0,000989472 |
| 30/5/2020 4:30:00  | 0,001038139 |
| 30/5/2020 5:30:00  | 0,001012167 |
| 30/5/2020 6:30:00  | 0,0010385   |
| 30/5/2020 7:30:00  | 0,001060556 |
| 30/5/2020 8:30:00  | 0,001724833 |
| 30/5/2020 9:30:00  | 0,002608111 |
| 31/5/2020 17:30:00 | 0,001132278 |
| 31/5/2020 18:30:00 | 0,00092475  |
| 31/5/2020 19:30:00 | 0,000861639 |
| 31/5/2020 20:30:00 | 0,000813944 |
| 31/5/2020 21:30:00 | 0,000610139 |
| 31/5/2020 22:30:00 | 0,0005875   |
| 31/5/2020 23:30:00 | 0,000707083 |
| 1/6/2020 0:30:00   | 0,000792361 |
| 1/6/2020 1:30:00   | 0,001002778 |
| 1/6/2020 2:30:00   | 0,000986639 |
| 1/6/2020 3:30:00   | 0,000975056 |
| 1/6/2020 4:30:00   | 0,001054417 |
| 1/6/2020 5:30:00   | 0,001033306 |
| 1/6/2020 6:30:00   | 0,000853111 |
| 1/6/2020 7:30:00   | 0,001200472 |
| 1/6/2020 8:30:00   | 0,001268333 |
| 1/6/2020 9:30:00   | 0,002526444 |
| 1/6/2020 10:30:00  | 0,007541194 |
| 1/6/2020 11:30:00  | 0,009224528 |
| 1/6/2020 12:30:00  | 0,002230361 |
| 1/6/2020 13:30:00  | 0,001583361 |
| 1/6/2020 14:30:00  | 0,001858611 |
| 1/6/2020 15:30:00  | 0,002511639 |
| 1/6/2020 16:30:00  | 0,001245694 |
| 1/6/2020 17:30:00  | 0,001000722 |
| 1/6/2020 18:30:00  | 0,000891556 |
| 1/6/2020 19:30:00  | 0,000793    |
| 1/6/2020 20:30:00  | 0,000807111 |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 1/6/2020 21:30:00 | 0,000846917 |
| 1/6/2020 22:30:00 | 0,000954139 |
| 1/6/2020 23:30:00 | 0,000975972 |
| 2/6/2020 0:30:00  | 0,000990278 |
| 2/6/2020 1:30:00  | 0,001016889 |
| 2/6/2020 2:30:00  | 0,000983722 |
| 2/6/2020 3:30:00  | 0,001000806 |
| 2/6/2020 4:30:00  | 0,000935944 |
| 2/6/2020 5:30:00  | 0,001129111 |
| 2/6/2020 6:30:00  | 0,001106056 |
| 2/6/2020 7:30:00  | 0,001243556 |
| 2/6/2020 8:30:00  | 0,00358375  |
| 2/6/2020 9:30:00  | 0,011763806 |
| 2/6/2020 10:30:00 | 0,021714222 |
| 2/6/2020 11:30:00 | 0,037836639 |
| 2/6/2020 12:30:00 | 0,029959195 |
| 2/6/2020 13:30:00 | 0,006529389 |
| 2/6/2020 14:30:00 | 0,002398167 |
| 2/6/2020 15:30:00 | 0,0017105   |
| 2/6/2020 16:30:00 | 0,001349056 |
| 2/6/2020 17:30:00 | 0,001178861 |
| 2/6/2020 18:30:00 | 0,001074111 |
| 2/6/2020 19:30:00 | 0,001042833 |
| 2/6/2020 20:30:00 | 0,000942611 |
| 2/6/2020 21:30:00 | 0,000854944 |
| 2/6/2020 22:30:00 | 0,000863528 |
| 2/6/2020 23:30:00 | 0,000779917 |
| 3/6/2020 0:30:00  | 0,000761972 |
| 3/6/2020 1:30:00  | 0,000759306 |
| 3/6/2020 2:30:00  | 0,000726083 |
| 3/6/2020 3:30:00  | 0,000762444 |
| 3/6/2020 4:30:00  | 0,000692333 |
| 3/6/2020 5:30:00  | 0,000817111 |
| 3/6/2020 6:30:00  | 0,000788917 |
| 3/6/2020 7:30:00  | 0,000826667 |
| 3/6/2020 8:30:00  | 0,000907556 |
| 3/6/2020 9:30:00  | 0,004640306 |
| 3/6/2020 10:30:00 | 0,001850222 |
| 3/6/2020 11:30:00 | 0,003866556 |
| 3/6/2020 12:30:00 | 0,0020985   |
| 3/6/2020 13:30:00 | 0,0012165   |
| 3/6/2020 14:30:00 | 0,001044639 |
| 3/6/2020 15:30:00 | 0,001123528 |
| 3/6/2020 16:30:00 | 0,001541639 |
| 3/6/2020 17:30:00 | 0,001013333 |
| 3/6/2020 18:30:00 | 0,001032972 |
| 3/6/2020 19:30:00 | 0,000993389 |
| 3/6/2020 20:30:00 | 0,000973444 |
| 3/6/2020 21:30:00 | 0,000980944 |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 3/6/2020 22:30:00 | 0,000900028 |
| 3/6/2020 23:30:00 | 0,000897556 |
| 4/6/2020 0:30:00  | 0,000876583 |
| 4/6/2020 1:30:00  | 0,000853139 |
| 4/6/2020 2:30:00  | 0,000824556 |
| 4/6/2020 3:30:00  | 0,000776833 |
| 4/6/2020 4:30:00  | 0,000771333 |
| 4/6/2020 5:30:00  | 0,000791917 |
| 4/6/2020 6:30:00  | 0,000845139 |
| 4/6/2020 7:30:00  | 0,000819139 |
| 4/6/2020 8:30:00  | 0,000953639 |
| 4/6/2020 9:30:00  | 0,001517306 |
| 4/6/2020 10:30:00 | 0,001468583 |
| 4/6/2020 11:30:00 | 0,001209278 |
| 4/6/2020 12:30:00 | 0,001025806 |
| 4/6/2020 13:30:00 | 0,000922667 |
| 4/6/2020 14:30:00 | 0,000914417 |
| 4/6/2020 15:30:00 | 0,000878944 |
| 4/6/2020 16:30:00 | 0,000799444 |
| 4/6/2020 17:30:00 | 0,000814111 |
| 4/6/2020 18:30:00 | 0,000845222 |
| 4/6/2020 19:30:00 | 0,000845917 |
| 4/6/2020 20:30:00 | 0,001060139 |
| 4/6/2020 21:30:00 | 0,001506306 |
| 4/6/2020 22:30:00 | 0,001002056 |
| 4/6/2020 23:30:00 | 0,000942444 |
| 5/6/2020 0:30:00  | 0,000883472 |
| 5/6/2020 1:30:00  | 0,000934361 |
| 5/6/2020 2:30:00  | 0,000909778 |
| 5/6/2020 3:30:00  | 0,000922972 |
| 5/6/2020 4:30:00  | 0,000904389 |
| 5/6/2020 5:30:00  | 0,000877917 |
| 5/6/2020 6:30:00  | 0,000896528 |
| 5/6/2020 7:30:00  | 0,00085625  |
| 5/6/2020 8:30:00  | 0,000855056 |
| 5/6/2020 9:30:00  | 0,000921278 |
| 5/6/2020 10:30:00 | 0,000863833 |
| 5/6/2020 11:30:00 | 0,000830667 |
| 5/6/2020 12:30:00 | 0,000876556 |
| 5/6/2020 13:30:00 | 0,000822917 |
| 5/6/2020 14:30:00 | 0,000863583 |
| 5/6/2020 15:30:00 | 0,000805444 |
| 5/6/2020 16:30:00 | 0,000814083 |
| 5/6/2020 17:30:00 | 0,000831917 |
| 5/6/2020 18:30:00 | 0,00080475  |
| 5/6/2020 19:30:00 | 0,000828861 |
| 5/6/2020 20:30:00 | 0,000777556 |
| 5/6/2020 21:30:00 | 0,000733639 |
| 5/6/2020 22:30:00 | 0,000766111 |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 5/6/2020 23:30:00 | 0,000690222 |
| 6/6/2020 0:30:00  | 0,000749444 |
| 6/6/2020 1:30:00  | 0,000703167 |
| 6/6/2020 2:30:00  | 0,000728694 |
| 6/6/2020 3:30:00  | 0,000721528 |
| 6/6/2020 4:30:00  | 0,000694417 |
| 6/6/2020 5:30:00  | 0,000773083 |
| 6/6/2020 6:30:00  | 0,000848611 |
| 6/6/2020 7:30:00  | 0,000901806 |
| 6/6/2020 8:30:00  | 0,000825361 |
| 6/6/2020 9:30:00  | 0,000823444 |
| 6/6/2020 10:30:00 | 0,000882667 |
| 6/6/2020 11:30:00 | 0,001038778 |
| 6/6/2020 12:30:00 | 0,001084333 |
| 6/6/2020 13:30:00 | 0,001015722 |
| 6/6/2020 14:30:00 | 0,000894111 |
| 6/6/2020 15:30:00 | 0,000872944 |
| 6/6/2020 16:30:00 | 0,000820806 |
| 6/6/2020 17:30:00 | 0,000764194 |
| 6/6/2020 18:30:00 | 0,000758111 |
| 6/6/2020 19:30:00 | 0,000750889 |
| 6/6/2020 20:30:00 | 0,000736722 |
| 6/6/2020 21:30:00 | 0,000766528 |
| 6/6/2020 22:30:00 | 0,000769222 |
| 6/6/2020 23:30:00 | 0,000745639 |
| 7/6/2020 0:30:00  | 0,000709028 |
| 7/6/2020 1:30:00  | 0,000722944 |
| 7/6/2020 2:30:00  | 0,00071925  |
| 7/6/2020 3:30:00  | 0,000735389 |
| 7/6/2020 4:30:00  | 0,000680028 |
| 7/6/2020 5:30:00  | 0,000721056 |
| 7/6/2020 6:30:00  | 0,000737556 |
| 7/6/2020 7:30:00  | 0,000774528 |
| 7/6/2020 8:30:00  | 0,005147194 |
| 7/6/2020 9:30:00  | 0,001619333 |
| 7/6/2020 10:30:00 | 0,00139825  |
| 7/6/2020 11:30:00 | 0,001223583 |
| 7/6/2020 12:30:00 | 0,004436306 |
| 7/6/2020 13:30:00 | 0,005987528 |
| 7/6/2020 14:30:00 | 0,006811639 |
| 7/6/2020 15:30:00 | 0,003614417 |
| 7/6/2020 16:30:00 | 0,001379556 |
| 7/6/2020 17:30:00 | 0,001048611 |
| 7/6/2020 18:30:00 | 0,000892806 |
| 7/6/2020 19:30:00 | 0,000886972 |
| 7/6/2020 20:30:00 | 0,000766139 |
| 7/6/2020 21:30:00 | 0,000861667 |
| 7/6/2020 22:30:00 | 0,000899889 |
| 7/6/2020 23:30:00 | 0,000830528 |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 8/6/2020 0:30:00  | 0,000870639 |
| 8/6/2020 1:30:00  | 0,000920583 |
| 8/6/2020 2:30:00  | 0,001005722 |
| 8/6/2020 3:30:00  | 0,001104    |
| 8/6/2020 4:30:00  | 0,001061806 |
| 8/6/2020 5:30:00  | 0,00097325  |
| 8/6/2020 6:30:00  | 0,000730389 |
| 8/6/2020 7:30:00  | 0,000789306 |
| 8/6/2020 8:30:00  | 0,000808611 |
| 8/6/2020 9:30:00  | 0,002522889 |
| 8/6/2020 10:30:00 | 0,008434056 |
| 8/6/2020 11:30:00 | 0,006639389 |
| 8/6/2020 12:30:00 | 0,004995167 |
| 8/6/2020 13:30:00 | 0,025507083 |
| 8/6/2020 14:30:00 | 0,02071125  |
| 8/6/2020 15:30:00 | 0,004590472 |
| 8/6/2020 16:30:00 | 0,002778139 |
| 8/6/2020 17:30:00 | 0,001758417 |
| 8/6/2020 18:30:00 | 0,001437083 |
| 8/6/2020 19:30:00 | 0,001186722 |
| 8/6/2020 20:30:00 | 0,001036222 |
| 8/6/2020 21:30:00 | 0,001049917 |
| 8/6/2020 22:30:00 | 0,001087583 |
| 8/6/2020 23:30:00 | 0,001096306 |
| 9/6/2020 0:30:00  | 0,001145944 |
| 9/6/2020 1:30:00  | 0,001911944 |
| 9/6/2020 2:30:00  | 0,001488472 |
| 9/6/2020 3:30:00  | 0,002329444 |
| 9/6/2020 4:30:00  | 0,001984306 |
| 9/6/2020 5:30:00  | 0,001643417 |
| 9/6/2020 6:30:00  | 0,001582361 |
| 9/6/2020 7:30:00  | 0,0015985   |
| 9/6/2020 8:30:00  | 0,002046972 |
| 9/6/2020 9:30:00  | 0,015747833 |
| 9/6/2020 10:30:00 | 0,032679972 |
| 9/6/2020 11:30:00 | 0,020936306 |
| 9/6/2020 12:30:00 | 0,012095083 |
| 9/6/2020 13:30:00 | 0,010015694 |
| 9/6/2020 14:30:00 | 0,004318528 |
| 9/6/2020 15:30:00 | 0,0022175   |
| 9/6/2020 16:30:00 | 0,001858889 |
| 9/6/2020 17:30:00 | 0,001707194 |
| 9/6/2020 18:30:00 | 0,001441889 |
| 9/6/2020 19:30:00 | 0,001266972 |
| 9/6/2020 20:30:00 | 0,00120925  |
| 9/6/2020 21:30:00 | 0,001151861 |
| 9/6/2020 22:30:00 | 0,001099167 |
| 9/6/2020 23:30:00 | 0,001173778 |
| 10/6/2020 0:30:00 | 0,001259694 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 10/6/2020 1:30:00  | 0,001266417 |
| 10/6/2020 2:30:00  | 0,001305389 |
| 10/6/2020 3:30:00  | 0,001281972 |
| 10/6/2020 4:30:00  | 0,001251194 |
| 10/6/2020 5:30:00  | 0,001145278 |
| 10/6/2020 6:30:00  | 0,001259583 |
| 10/6/2020 7:30:00  | 0,001280667 |
| 10/6/2020 8:30:00  | 0,001775472 |
| 10/6/2020 9:30:00  | 0,002069722 |
| 10/6/2020 10:30:00 | 0,003229111 |
| 10/6/2020 11:30:00 | 0,002304417 |
| 10/6/2020 12:30:00 | 0,0014115   |
| 10/6/2020 13:30:00 | 0,001143361 |
| 10/6/2020 14:30:00 | 0,001099083 |
| 10/6/2020 15:30:00 | 0,001018972 |
| 10/6/2020 16:30:00 | 0,000952306 |
| 10/6/2020 17:30:00 | 0,000900889 |
| 10/6/2020 18:30:00 | 0,000805194 |
| 10/6/2020 19:30:00 | 0,00083475  |
| 10/6/2020 20:30:00 | 0,000903194 |
| 10/6/2020 21:30:00 | 0,000908361 |
| 10/6/2020 22:30:00 | 0,000906667 |
| 10/6/2020 23:30:00 | 0,000891111 |
| 11/6/2020 0:30:00  | 0,000852889 |
| 11/6/2020 1:30:00  | 0,000809222 |
| 11/6/2020 2:30:00  | 0,000810333 |
| 11/6/2020 3:30:00  | 0,000932028 |
| 11/6/2020 4:30:00  | 0,001261639 |
| 11/6/2020 5:30:00  | 0,001286528 |
| 11/6/2020 6:30:00  | 0,001439333 |
| 11/6/2020 7:30:00  | 0,001506472 |
| 11/6/2020 8:30:00  | 0,001565583 |
| 11/6/2020 9:30:00  | 0,001539889 |
| 11/6/2020 10:30:00 | 0,001669778 |
| 11/6/2020 11:30:00 | 0,004096222 |
| 11/6/2020 12:30:00 | 0,002450222 |
| 11/6/2020 13:30:00 | 0,007100444 |
| 11/6/2020 14:30:00 | 0,001802917 |
| 11/6/2020 15:30:00 | 0,001202028 |
| 11/6/2020 16:30:00 | 0,001309028 |
| 11/6/2020 17:30:00 | 0,001096583 |
| 11/6/2020 18:30:00 | 0,000925722 |
| 11/6/2020 19:30:00 | 0,000879    |
| 11/6/2020 20:30:00 | 0,000892139 |
| 11/6/2020 21:30:00 | 0,000937944 |
| 11/6/2020 22:30:00 | 0,000966694 |
| 11/6/2020 23:30:00 | 0,000979389 |
| 12/6/2020 0:30:00  | 0,001063889 |
| 12/6/2020 1:30:00  | 0,001161222 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 12/6/2020 2:30:00  | 0,001240389 |
| 12/6/2020 3:30:00  | 0,001286417 |
| 12/6/2020 4:30:00  | 0,001271167 |
| 12/6/2020 5:30:00  | 0,001196278 |
| 12/6/2020 6:30:00  | 0,001238389 |
| 12/6/2020 7:30:00  | 0,0011785   |
| 12/6/2020 8:30:00  | 0,0012825   |
| 12/6/2020 9:30:00  | 0,006449056 |
| 12/6/2020 10:30:00 | 0,032564278 |
| 12/6/2020 11:30:00 | 0,063042222 |
| 12/6/2020 12:30:00 | 0,032675389 |
| 12/6/2020 13:30:00 | 0,021072472 |
| 12/6/2020 14:30:00 | 0,022706222 |
| 12/6/2020 15:30:00 | 0,003801861 |
| 12/6/2020 16:30:00 | 0,002789444 |
| 12/6/2020 17:30:00 | 0,0020275   |
| 12/6/2020 18:30:00 | 0,001507694 |
| 12/6/2020 19:30:00 | 0,001248222 |
| 12/6/2020 20:30:00 | 0,001114556 |
| 12/6/2020 21:30:00 | 0,001062417 |
| 12/6/2020 22:30:00 | 0,001013167 |
| 12/6/2020 23:30:00 | 0,001087167 |
| 13/6/2020 0:30:00  | 0,001244972 |
| 13/6/2020 1:30:00  | 0,001293222 |
| 13/6/2020 2:30:00  | 0,00135     |
| 13/6/2020 3:30:00  | 0,001356639 |
| 13/6/2020 4:30:00  | 0,001395583 |
| 13/6/2020 5:30:00  | 0,00136225  |
| 13/6/2020 6:30:00  | 0,001371111 |
| 13/6/2020 7:30:00  | 0,001317056 |
| 13/6/2020 8:30:00  | 0,001398222 |
| 13/6/2020 9:30:00  | 0,006077528 |
| 13/6/2020 10:30:00 | 0,015009    |
| 13/6/2020 11:30:00 | 0,022536139 |
| 13/6/2020 12:30:00 | 0,003505389 |
| 13/6/2020 13:30:00 | 0,001815389 |
| 13/6/2020 14:30:00 | 0,001434    |
| 13/6/2020 15:30:00 | 0,001306806 |
| 13/6/2020 16:30:00 | 0,001303306 |
| 13/6/2020 17:30:00 | 0,001229028 |
| 13/6/2020 18:30:00 | 0,001130056 |
| 13/6/2020 19:30:00 | 0,001073111 |
| 13/6/2020 20:30:00 | 0,000974278 |
| 13/6/2020 21:30:00 | 0,000968528 |
| 13/6/2020 22:30:00 | 0,000951444 |
| 13/6/2020 23:30:00 | 0,000948778 |
| 14/6/2020 0:30:00  | 0,001005583 |
| 14/6/2020 1:30:00  | 0,001074833 |
| 14/6/2020 2:30:00  | 0,001060833 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 14/6/2020 3:30:00  | 0,001008028 |
| 14/6/2020 4:30:00  | 0,0009615   |
| 14/6/2020 5:30:00  | 0,000963611 |
| 14/6/2020 6:30:00  | 0,000968639 |
| 14/6/2020 7:30:00  | 0,001031556 |
| 14/6/2020 8:30:00  | 0,001152278 |
| 14/6/2020 9:30:00  | 0,001106861 |
| 14/6/2020 10:30:00 | 0,001042167 |
| 14/6/2020 11:30:00 | 0,001022972 |
| 14/6/2020 12:30:00 | 0,001013806 |
| 14/6/2020 13:30:00 | 0,000992389 |
| 14/6/2020 14:30:00 | 0,000959972 |
| 14/6/2020 15:30:00 | 0,0009035   |
| 14/6/2020 16:30:00 | 0,000937556 |
| 14/6/2020 17:30:00 | 0,000909639 |
| 14/6/2020 18:30:00 | 0,000925528 |
| 14/6/2020 19:30:00 | 0,00091475  |
| 14/6/2020 20:30:00 | 0,000928444 |
| 14/6/2020 21:30:00 | 0,000927667 |
| 14/6/2020 22:30:00 | 0,000925222 |
| 14/6/2020 23:30:00 | 0,000936778 |
| 15/6/2020 0:30:00  | 0,000937722 |
| 15/6/2020 1:30:00  | 0,000932111 |
| 15/6/2020 2:30:00  | 0,000907917 |
| 15/6/2020 3:30:00  | 0,000888417 |
| 15/6/2020 4:30:00  | 0,000983417 |
| 15/6/2020 5:30:00  | 0,001006417 |
| 15/6/2020 6:30:00  | 0,001024278 |
| 15/6/2020 7:30:00  | 0,001002306 |
| 15/6/2020 8:30:00  | 0,000994472 |
| 15/6/2020 9:30:00  | 0,000969444 |
| 15/6/2020 10:30:00 | 0,000940611 |
| 15/6/2020 11:30:00 | 0,000978972 |
| 15/6/2020 12:30:00 | 0,001010028 |
| 15/6/2020 13:30:00 | 0,000968    |
| 15/6/2020 14:30:00 | 0,000972472 |
| 15/6/2020 15:30:00 | 0,001002778 |
| 15/6/2020 16:30:00 | 0,001079583 |
| 15/6/2020 17:30:00 | 0,000821139 |
| 15/6/2020 18:30:00 | 0,000855639 |
| 15/6/2020 19:30:00 | 0,000906472 |
| 15/6/2020 20:30:00 | 0,001000139 |
| 15/6/2020 21:30:00 | 0,001029722 |
| 15/6/2020 22:30:00 | 0,000957389 |
| 15/6/2020 23:30:00 | 0,000958694 |
| 16/6/2020 0:30:00  | 0,0010235   |
| 16/6/2020 1:30:00  | 0,001181083 |
| 16/6/2020 2:30:00  | 0,001305778 |
| 16/6/2020 3:30:00  | 0,001166194 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 16/6/2020 4:30:00  | 0,001041472 |
| 16/6/2020 5:30:00  | 0,001000583 |
| 16/6/2020 6:30:00  | 0,001040667 |
| 16/6/2020 7:30:00  | 0,001065444 |
| 16/6/2020 8:30:00  | 0,00107575  |
| 16/6/2020 9:30:00  | 0,001329944 |
| 16/6/2020 10:30:00 | 0,001280722 |
| 16/6/2020 11:30:00 | 0,001072917 |
| 16/6/2020 12:30:00 | 0,001106444 |
| 16/6/2020 13:30:00 | 0,001141167 |
| 16/6/2020 14:30:00 | 0,001249889 |
| 16/6/2020 15:30:00 | 0,001402944 |
| 16/6/2020 16:30:00 | 0,001391611 |
| 16/6/2020 17:30:00 | 0,001113722 |
| 16/6/2020 18:30:00 | 0,001108444 |
| 16/6/2020 19:30:00 | 0,001289694 |
| 16/6/2020 20:30:00 | 0,001327528 |
| 16/6/2020 21:30:00 | 0,001572139 |
| 16/6/2020 22:30:00 | 0,001288722 |
| 16/6/2020 23:30:00 | 0,001114583 |
| 17/6/2020 0:30:00  | 0,000998    |
| 17/6/2020 1:30:00  | 0,001212639 |
| 17/6/2020 2:30:00  | 0,001132917 |
| 17/6/2020 3:30:00  | 0,000960639 |
| 17/6/2020 4:30:00  | 0,000940611 |
| 17/6/2020 5:30:00  | 0,000937611 |
| 17/6/2020 6:30:00  | 0,000996806 |
| 17/6/2020 7:30:00  | 0,001070694 |
| 17/6/2020 8:30:00  | 0,001115056 |
| 17/6/2020 9:30:00  | 0,001009028 |
| 17/6/2020 10:30:00 | 0,000955194 |
| 17/6/2020 11:30:00 | 0,001044722 |
| 17/6/2020 12:30:00 | 0,000915778 |
| 17/6/2020 13:30:00 | 0,001144333 |
| 17/6/2020 14:30:00 | 0,000999833 |
| 17/6/2020 15:30:00 | 0,000969694 |
| 17/6/2020 16:30:00 | 0,001211222 |
| 17/6/2020 17:30:00 | 0,00108375  |
| 17/6/2020 18:30:00 | 0,001152667 |
| 17/6/2020 19:30:00 | 0,001056528 |
| 17/6/2020 20:30:00 | 0,001079083 |
| 17/6/2020 21:30:00 | 0,001073278 |
| 17/6/2020 22:30:00 | 0,001110389 |
| 17/6/2020 23:30:00 | 0,001058889 |
| 18/6/2020 0:30:00  | 0,001106444 |
| 18/6/2020 1:30:00  | 0,001123306 |
| 18/6/2020 2:30:00  | 0,001186917 |
| 18/6/2020 3:30:00  | 0,001263    |
| 18/6/2020 4:30:00  | 0,0012225   |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 18/6/2020 5:30:00  | 0,001209528 |
| 18/6/2020 6:30:00  | 0,001055139 |
| 18/6/2020 7:30:00  | 0,0009655   |
| 18/6/2020 8:30:00  | 0,000974667 |
| 18/6/2020 9:30:00  | 0,00105075  |
| 18/6/2020 10:30:00 | 0,002350139 |
| 18/6/2020 11:30:00 | 0,006798361 |
| 18/6/2020 12:30:00 | 0,006203694 |
| 18/6/2020 13:30:00 | 0,0039685   |
| 18/6/2020 14:30:00 | 0,001475694 |
| 18/6/2020 16:30:00 | 0,001168194 |
| 18/6/2020 17:30:00 | 0,001189611 |
| 18/6/2020 18:30:00 | 0,001136222 |
| 18/6/2020 19:30:00 | 0,001167528 |
| 18/6/2020 20:30:00 | 0,001104694 |
| 18/6/2020 21:30:00 | 0,001075333 |
| 18/6/2020 22:30:00 | 0,001104139 |
| 18/6/2020 23:30:00 | 0,001077611 |
| 19/6/2020 0:30:00  | 0,001092528 |
| 19/6/2020 1:30:00  | 0,00117525  |
| 19/6/2020 2:30:00  | 0,001220389 |
| 19/6/2020 3:30:00  | 0,001300139 |
| 19/6/2020 4:30:00  | 0,001260972 |
| 19/6/2020 5:30:00  | 0,001303722 |
| 19/6/2020 6:30:00  | 0,001416361 |
| 19/6/2020 7:30:00  | 0,001404611 |
| 19/6/2020 8:30:00  | 0,001481306 |
| 19/6/2020 9:30:00  | 0,001426389 |
| 19/6/2020 10:30:00 | 0,009056028 |
| 19/6/2020 11:30:00 | 0,012439833 |
| 19/6/2020 12:30:00 | 0,0336245   |
| 19/6/2020 13:30:00 | 0,012899667 |
| 19/6/2020 14:30:00 | 0,003454778 |
| 19/6/2020 15:30:00 | 0,003233194 |
| 19/6/2020 16:30:00 | 0,002533111 |
| 19/6/2020 17:30:00 | 0,001845472 |
| 19/6/2020 18:30:00 | 0,001503889 |
| 19/6/2020 19:30:00 | 0,001478    |
| 19/6/2020 20:30:00 | 0,001305556 |
| 19/6/2020 21:30:00 | 0,001229417 |
| 19/6/2020 22:30:00 | 0,001175556 |
| 19/6/2020 23:30:00 | 0,001098583 |
| 20/6/2020 0:30:00  | 0,0012285   |
| 20/6/2020 1:30:00  | 0,001432444 |
| 20/6/2020 2:30:00  | 0,001565972 |
| 20/6/2020 3:30:00  | 0,001599278 |
| 20/6/2020 4:30:00  | 0,0016145   |
| 20/6/2020 5:30:00  | 0,001562417 |
| 20/6/2020 6:30:00  | 0,001584472 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 20/6/2020 7:30:00  | 0,001590861 |
| 20/6/2020 8:30:00  | 0,001634667 |
| 20/6/2020 9:30:00  | 0,014997389 |
| 20/6/2020 10:30:00 | 0,011511167 |
| 20/6/2020 11:30:00 | 0,003284444 |
| 20/6/2020 12:30:00 | 0,00236675  |
| 20/6/2020 13:30:00 | 0,002093556 |
| 20/6/2020 14:30:00 | 0,002346833 |
| 20/6/2020 15:30:00 | 0,001841111 |
| 20/6/2020 16:30:00 | 0,001551111 |
| 20/6/2020 17:30:00 | 0,001562056 |
| 20/6/2020 18:30:00 | 0,001503639 |
| 20/6/2020 19:30:00 | 0,001462722 |
| 20/6/2020 20:30:00 | 0,001368861 |
| 20/6/2020 21:30:00 | 0,001292583 |
| 20/6/2020 22:30:00 | 0,001243222 |
| 20/6/2020 23:30:00 | 0,001178389 |
| 21/6/2020 0:30:00  | 0,001253667 |
| 21/6/2020 1:30:00  | 0,001232667 |
| 21/6/2020 2:30:00  | 0,001245944 |
| 21/6/2020 3:30:00  | 0,001249972 |
| 21/6/2020 4:30:00  | 0,001264833 |
| 21/6/2020 5:30:00  | 0,001241083 |
| 21/6/2020 6:30:00  | 0,001301861 |
| 21/6/2020 7:30:00  | 0,001292167 |
| 21/6/2020 8:30:00  | 0,001270444 |
| 21/6/2020 9:30:00  | 0,001287889 |
| 21/6/2020 10:30:00 | 0,00126825  |
| 21/6/2020 11:30:00 | 0,001489222 |
| 21/6/2020 12:30:00 | 0,002127389 |
| 21/6/2020 13:30:00 | 0,001797972 |
| 21/6/2020 14:30:00 | 0,001474611 |
| 21/6/2020 15:30:00 | 0,001406917 |
| 21/6/2020 16:30:00 | 0,001279222 |
| 21/6/2020 17:30:00 | 0,001245944 |
| 21/6/2020 18:30:00 | 0,00125625  |
| 21/6/2020 19:30:00 | 0,001244611 |
| 21/6/2020 20:30:00 | 0,001192139 |
| 21/6/2020 21:30:00 | 0,001162056 |
| 21/6/2020 22:30:00 | 0,001170139 |
| 21/6/2020 23:30:00 | 0,001196639 |
| 22/6/2020 0:30:00  | 0,001238278 |
| 22/6/2020 1:30:00  | 0,001271806 |
| 22/6/2020 2:30:00  | 0,001376944 |
| 22/6/2020 3:30:00  | 0,001390778 |
| 22/6/2020 4:30:00  | 0,001427306 |
| 22/6/2020 5:30:00  | 0,001459167 |
| 22/6/2020 6:30:00  | 0,001614    |
| 22/6/2020 7:30:00  | 0,001685444 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 22/6/2020 8:30:00  | 0,004469361 |
| 22/6/2020 9:30:00  | 0,008101972 |
| 22/6/2020 10:30:00 | 0,003482528 |
| 22/6/2020 11:30:00 | 0,013151861 |
| 22/6/2020 12:30:00 | 0,014812722 |
| 22/6/2020 13:30:00 | 0,010915639 |
| 22/6/2020 14:30:00 | 0,003121111 |
| 22/6/2020 15:30:00 | 0,001810361 |
| 22/6/2020 16:30:00 | 0,001752333 |
| 22/6/2020 17:30:00 | 0,001848528 |
| 22/6/2020 18:30:00 | 0,001576361 |
| 22/6/2020 19:30:00 | 0,001463139 |
| 22/6/2020 20:30:00 | 0,001353889 |
| 22/6/2020 21:30:00 | 0,001260861 |
| 22/6/2020 22:30:00 | 0,001224056 |
| 22/6/2020 23:30:00 | 0,0012485   |
| 23/6/2020 0:30:00  | 0,001460194 |
| 23/6/2020 1:30:00  | 0,001547972 |
| 23/6/2020 2:30:00  | 0,001714778 |
| 23/6/2020 3:30:00  | 0,001809667 |
| 23/6/2020 4:30:00  | 0,001789472 |
| 23/6/2020 5:30:00  | 0,001723694 |
| 23/6/2020 6:30:00  | 0,001759944 |
| 23/6/2020 7:30:00  | 0,001730861 |
| 23/6/2020 8:30:00  | 0,003830111 |
| 23/6/2020 9:30:00  | 0,02948275  |
| 23/6/2020 10:30:00 | 0,057565194 |
| 23/6/2020 11:30:00 | 0,037252695 |
| 23/6/2020 12:30:00 | 0,014351667 |
| 23/6/2020 13:30:00 | 0,009443472 |
| 23/6/2020 14:30:00 | 0,006432861 |
| 23/6/2020 15:30:00 | 0,002380889 |
| 23/6/2020 16:30:00 | 0,002143444 |
| 23/6/2020 17:30:00 | 0,002330861 |
| 23/6/2020 18:30:00 | 0,002199444 |
| 23/6/2020 19:30:00 | 0,001889083 |
| 23/6/2020 20:30:00 | 0,001651833 |
| 23/6/2020 21:30:00 | 0,001585611 |
| 23/6/2020 22:30:00 | 0,001577417 |
| 23/6/2020 23:30:00 | 0,001534722 |
| 24/6/2020 0:30:00  | 0,001668111 |
| 24/6/2020 1:30:00  | 0,001655417 |
| 24/6/2020 2:30:00  | 0,001679472 |
| 24/6/2020 3:30:00  | 0,001736944 |
| 24/6/2020 4:30:00  | 0,001815028 |
| 24/6/2020 5:30:00  | 0,001906667 |
| 24/6/2020 6:30:00  | 0,002050111 |
| 24/6/2020 7:30:00  | 0,002128    |
| 24/6/2020 8:30:00  | 0,002410278 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 24/6/2020 9:30:00  | 0,011004167 |
| 24/6/2020 10:30:00 | 0,008208472 |
| 24/6/2020 11:30:00 | 0,021741861 |
| 24/6/2020 12:30:00 | 0,035025389 |
| 24/6/2020 13:30:00 | 0,015686167 |
| 24/6/2020 14:30:00 | 0,011070583 |
| 24/6/2020 15:30:00 | 0,003431972 |
| 24/6/2020 16:30:00 | 0,00267     |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 24/6/2020 17:30:00 | 0,002176944 |
| 24/6/2020 18:30:00 | 0,001705083 |
| 24/6/2020 19:30:00 | 0,001526    |
| 24/6/2020 20:30:00 | 0,001457972 |
| 24/6/2020 21:30:00 | 0,001367833 |
| 24/6/2020 22:30:00 | 0,001373528 |
| 24/6/2020 23:30:00 | 0,001387639 |

Dados brutos diários do monitoramento de SO<sub>2</sub> retirados do site do INEA, do período de 27 de maio de 2020 a 24 de junho de 2020 da estação automática do bairro Retiro – Volta Redonda.

|                    | EMPRESA PRIVADA                                  |
|--------------------|--|
|                    | Auto - VR - Retiro                               |
|                    | Qualidade do Ar                                  |
|                    | Ar Ambiente                                      |
|                    | Dióxido de Enxofre                               |
|                    | Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 0,0 m |
|                    | Rotina   |
| DATA DA MEDIÇÃO    | parte por milhão                                 |
| 27/5/2020 17:30:00 | 0,006329806                                      |
| 27/5/2020 18:30:00 | 0,006397444                                      |
| 27/5/2020 19:30:00 | 0,006355833                                      |
| 27/5/2020 20:30:00 | 0,006256861                                      |
| 27/5/2020 21:30:00 | 0,006205556                                      |
| 27/5/2020 22:30:00 | 0,006156222                                      |
| 27/5/2020 23:30:00 | 0,006166472                                      |
| 28/5/2020 0:30:00  | 0,006201833                                      |
| 28/5/2020 1:30:00  | 0,006179028                                      |
| 28/5/2020 2:30:00  | 0,00613375                                       |
| 28/5/2020 3:30:00  | 0,006151194                                      |
| 28/5/2020 4:30:00  | 0,006187722                                      |
| 28/5/2020 5:30:00  | 0,006126306                                      |
| 28/5/2020 6:30:00  | 0,006170528                                      |
| 28/5/2020 7:30:00  | 0,006187056                                      |
| 28/5/2020 8:30:00  | 0,006136589                                      |
| 28/5/2020 10:30:00 | 0,005255806                                      |
| 28/5/2020 11:30:00 | 0,004838028                                      |
| 28/5/2020 12:30:00 | 0,004877083                                      |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 28/5/2020 13:30:00 | 0,005254306 |
| 28/5/2020 14:30:00 | 0,004951306 |
| 28/5/2020 18:30:00 | 0,004875333 |
| 28/5/2020 19:30:00 | 0,004980972 |
| 28/5/2020 20:30:00 | 0,004988861 |
| 28/5/2020 21:30:00 | 0,005025    |
| 28/5/2020 22:30:00 | 0,004975306 |
| 28/5/2020 23:30:00 | 0,005060583 |
| 29/5/2020 0:30:00  | 0,005040222 |
| 29/5/2020 1:30:00  | 0,005057139 |
| 29/5/2020 2:30:00  | 0,00504475  |
| 29/5/2020 3:30:00  | 0,005086306 |
| 29/5/2020 4:30:00  | 0,005060167 |
| 29/5/2020 5:30:00  | 0,004958306 |
| 29/5/2020 6:30:00  | 0,005067861 |
| 29/5/2020 7:30:00  | 0,005096194 |
| 29/5/2020 8:30:00  | 0,005041556 |
| 29/5/2020 9:30:00  | 0,00535675  |
| 29/5/2020 10:30:00 | 0,006472611 |
| 29/5/2020 11:30:00 | 0,005792278 |
| 29/5/2020 12:30:00 | 0,005351694 |
| 29/5/2020 13:30:00 | 0,005179139 |
| 29/5/2020 14:30:00 | 0,005128778 |
| 29/5/2020 15:30:00 | 0,005071528 |
| 29/5/2020 16:30:00 | 0,005055222 |
| 29/5/2020 17:30:00 | 0,005068056 |
| 29/5/2020 18:30:00 | 0,005195889 |
| 29/5/2020 19:30:00 | 0,005169139 |
| 29/5/2020 20:30:00 | 0,005153444 |
| 29/5/2020 21:30:00 | 0,00524675  |
| 29/5/2020 22:30:00 | 0,005224139 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 29/5/2020 23:30:00 | 0,005166639 |
| 30/5/2020 0:30:00  | 0,005043972 |
| 30/5/2020 1:30:00  | 0,005127806 |
| 30/5/2020 2:30:00  | 0,005068778 |
| 30/5/2020 3:30:00  | 0,005017167 |
| 30/5/2020 4:30:00  | 0,005014639 |
| 30/5/2020 5:30:00  | 0,005022861 |
| 30/5/2020 6:30:00  | 0,005040167 |
| 30/5/2020 7:30:00  | 0,005051389 |
| 30/5/2020 8:30:00  | 0,005167583 |
| 30/5/2020 9:30:00  | 0,005145222 |
| 31/5/2020 17:30:00 | 0,004916333 |
| 31/5/2020 18:30:00 | 0,004897472 |
| 31/5/2020 19:30:00 | 0,004943944 |
| 31/5/2020 20:30:00 | 0,004958917 |
| 31/5/2020 21:30:00 | 0,004971889 |
| 31/5/2020 22:30:00 | 0,004963361 |
| 31/5/2020 23:30:00 | 0,004969972 |
| 1/6/2020 0:30:00   | 0,004962111 |
| 1/6/2020 1:30:00   | 0,004947222 |
| 1/6/2020 2:30:00   | 0,004918972 |
| 1/6/2020 3:30:00   | 0,004964583 |
| 1/6/2020 4:30:00   | 0,00499475  |
| 1/6/2020 5:30:00   | 0,004995972 |
| 1/6/2020 6:30:00   | 0,005043611 |
| 1/6/2020 7:30:00   | 0,005052083 |
| 1/6/2020 8:30:00   | 0,005066889 |
| 1/6/2020 9:30:00   | 0,004954639 |
| 1/6/2020 10:30:00  | 0,004922778 |
| 1/6/2020 11:30:00  | 0,004934056 |
| 1/6/2020 12:30:00  | 0,004925111 |
| 1/6/2020 13:30:00  | 0,004952306 |
| 1/6/2020 14:30:00  | 0,004937556 |
| 1/6/2020 15:30:00  | 0,004954306 |
| 1/6/2020 16:30:00  | 0,004927695 |
| 1/6/2020 17:30:00  | 0,004936833 |
| 1/6/2020 18:30:00  | 0,005060556 |
| 1/6/2020 19:30:00  | 0,005076028 |
| 1/6/2020 20:30:00  | 0,005042528 |
| 1/6/2020 21:30:00  | 0,005013944 |
| 1/6/2020 22:30:00  | 0,004996694 |
| 1/6/2020 23:30:00  | 0,005020667 |
| 2/6/2020 0:30:00   | 0,004987167 |
| 2/6/2020 1:30:00   | 0,005014611 |
| 2/6/2020 2:30:00   | 0,004992694 |
| 2/6/2020 3:30:00   | 0,00499975  |
| 2/6/2020 4:30:00   | 0,005000833 |
| 2/6/2020 5:30:00   | 0,005117667 |
| 2/6/2020 6:30:00   | 0,005109722 |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 2/6/2020 7:30:00  | 0,00514825  |
| 2/6/2020 8:30:00  | 0,005138722 |
| 2/6/2020 9:30:00  | 0,005090611 |
| 2/6/2020 10:30:00 | 0,004997417 |
| 2/6/2020 11:30:00 | 0,004979389 |
| 2/6/2020 12:30:00 | 0,005186111 |
| 2/6/2020 13:30:00 | 0,005325417 |
| 2/6/2020 14:30:00 | 0,005226    |
| 2/6/2020 15:30:00 | 0,005260361 |
| 2/6/2020 16:30:00 | 0,005602806 |
| 2/6/2020 17:30:00 | 0,005254611 |
| 2/6/2020 18:30:00 | 0,005186278 |
| 2/6/2020 19:30:00 | 0,005130972 |
| 2/6/2020 20:30:00 | 0,005090361 |
| 2/6/2020 21:30:00 | 0,005100306 |
| 2/6/2020 22:30:00 | 0,005121694 |
| 2/6/2020 23:30:00 | 0,00510475  |
| 3/6/2020 0:30:00  | 0,005078    |
| 3/6/2020 1:30:00  | 0,005083944 |
| 3/6/2020 2:30:00  | 0,005072306 |
| 3/6/2020 3:30:00  | 0,005102667 |
| 3/6/2020 4:30:00  | 0,005071222 |
| 3/6/2020 5:30:00  | 0,00507075  |
| 3/6/2020 6:30:00  | 0,00508525  |
| 3/6/2020 7:30:00  | 0,005094111 |
| 3/6/2020 8:30:00  | 0,005169111 |
| 3/6/2020 9:30:00  | 0,00547225  |
| 3/6/2020 10:30:00 | 0,00578275  |
| 3/6/2020 11:30:00 | 0,005412278 |
| 3/6/2020 12:30:00 | 0,00572025  |
| 3/6/2020 13:30:00 | 0,005626722 |
| 3/6/2020 14:30:00 | 0,005382694 |
| 3/6/2020 15:30:00 | 0,005611639 |
| 3/6/2020 16:30:00 | 0,005827306 |
| 3/6/2020 17:30:00 | 0,005655861 |
| 3/6/2020 18:30:00 | 0,00537775  |
| 3/6/2020 19:30:00 | 0,005316444 |
| 3/6/2020 20:30:00 | 0,005330083 |
| 3/6/2020 21:30:00 | 0,005245667 |
| 3/6/2020 22:30:00 | 0,00524325  |
| 3/6/2020 23:30:00 | 0,005176861 |
| 4/6/2020 0:30:00  | 0,005206472 |
| 4/6/2020 1:30:00  | 0,005180722 |
| 4/6/2020 2:30:00  | 0,00525     |
| 4/6/2020 3:30:00  | 0,005176361 |
| 4/6/2020 4:30:00  | 0,005150778 |
| 4/6/2020 5:30:00  | 0,005162556 |
| 4/6/2020 6:30:00  | 0,005209833 |
| 4/6/2020 7:30:00  | 0,005255806 |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 4/6/2020 8:30:00  | 0,005222583 |
| 4/6/2020 9:30:00  | 0,005184083 |
| 4/6/2020 10:30:00 | 0,005149    |
| 4/6/2020 11:30:00 | 0,005176333 |
| 4/6/2020 12:30:00 | 0,005190722 |
| 4/6/2020 13:30:00 | 0,005182833 |
| 4/6/2020 14:30:00 | 0,005132194 |
| 4/6/2020 15:30:00 | 0,005188694 |
| 4/6/2020 16:30:00 | 0,005200528 |
| 4/6/2020 17:30:00 | 0,0051985   |
| 4/6/2020 18:30:00 | 0,005218389 |
| 4/6/2020 19:30:00 | 0,005223    |
| 4/6/2020 20:30:00 | 0,005236222 |
| 4/6/2020 21:30:00 | 0,005232611 |
| 4/6/2020 22:30:00 | 0,005259833 |
| 4/6/2020 23:30:00 | 0,005237444 |
| 5/6/2020 0:30:00  | 0,005246944 |
| 5/6/2020 1:30:00  | 0,005295194 |
| 5/6/2020 2:30:00  | 0,005267222 |
| 5/6/2020 3:30:00  | 0,005253861 |
| 5/6/2020 4:30:00  | 0,005275    |
| 5/6/2020 5:30:00  | 0,005265944 |
| 5/6/2020 6:30:00  | 0,005240417 |
| 5/6/2020 7:30:00  | 0,005250778 |
| 5/6/2020 8:30:00  | 0,005251556 |
| 5/6/2020 9:30:00  | 0,005236556 |
| 5/6/2020 10:30:00 | 0,005240111 |
| 5/6/2020 11:30:00 | 0,005228556 |
| 5/6/2020 12:30:00 | 0,005210194 |
| 5/6/2020 13:30:00 | 0,005215056 |
| 5/6/2020 14:30:00 | 0,005180944 |
| 5/6/2020 15:30:00 | 0,005169444 |
| 5/6/2020 16:30:00 | 0,005202528 |
| 5/6/2020 17:30:00 | 0,005229833 |
| 5/6/2020 18:30:00 | 0,0052975   |
| 5/6/2020 19:30:00 | 0,005239861 |
| 5/6/2020 20:30:00 | 0,005293889 |
| 5/6/2020 21:30:00 | 0,005288944 |
| 5/6/2020 22:30:00 | 0,005273722 |
| 5/6/2020 23:30:00 | 0,005237417 |
| 6/6/2020 0:30:00  | 0,005227722 |
| 6/6/2020 1:30:00  | 0,005188361 |
| 6/6/2020 2:30:00  | 0,005170806 |
| 6/6/2020 3:30:00  | 0,00518     |
| 6/6/2020 4:30:00  | 0,005177111 |
| 6/6/2020 5:30:00  | 0,0052175   |
| 6/6/2020 6:30:00  | 0,005190556 |
| 6/6/2020 7:30:00  | 0,005220278 |
| 6/6/2020 8:30:00  | 0,00532075  |

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| 6/6/2020 9:30:00  | 0,005236889 |
| 6/6/2020 10:30:00 | 0,005134778 |
| 6/6/2020 11:30:00 | 0,005141194 |
| 6/6/2020 12:30:00 | 0,005111556 |
| 6/6/2020 13:30:00 | 0,005142    |
| 6/6/2020 14:30:00 | 0,00511825  |
| 6/6/2020 15:30:00 | 0,00516325  |
| 6/6/2020 16:30:00 | 0,005158472 |
| 6/6/2020 17:30:00 | 0,005177389 |
| 6/6/2020 18:30:00 | 0,00520925  |
| 6/6/2020 19:30:00 | 0,005295889 |
| 6/6/2020 20:30:00 | 0,005305972 |
| 6/6/2020 21:30:00 | 0,005246278 |
| 6/6/2020 22:30:00 | 0,005232806 |
| 6/6/2020 23:30:00 | 0,005245917 |
| 7/6/2020 0:30:00  | 0,005287944 |
| 7/6/2020 1:30:00  | 0,005265083 |
| 7/6/2020 2:30:00  | 0,0052295   |
| 7/6/2020 3:30:00  | 0,005246583 |
| 7/6/2020 4:30:00  | 0,005255861 |
| 7/6/2020 5:30:00  | 0,005252083 |
| 7/6/2020 6:30:00  | 0,005236    |
| 7/6/2020 7:30:00  | 0,005266444 |
| 7/6/2020 8:30:00  | 0,005247889 |
| 7/6/2020 9:30:00  | 0,005269639 |
| 7/6/2020 10:30:00 | 0,005253389 |
| 7/6/2020 11:30:00 | 0,005205444 |
| 7/6/2020 12:30:00 | 0,005251083 |
| 7/6/2020 13:30:00 | 0,005178444 |
| 7/6/2020 14:30:00 | 0,005167667 |
| 7/6/2020 15:30:00 | 0,005167639 |
| 7/6/2020 16:30:00 | 0,005175556 |
| 7/6/2020 17:30:00 | 0,005237583 |
| 7/6/2020 18:30:00 | 0,005277861 |
| 7/6/2020 19:30:00 | 0,005344833 |
| 7/6/2020 20:30:00 | 0,005329139 |
| 7/6/2020 21:30:00 | 0,005322694 |
| 7/6/2020 22:30:00 | 0,005327333 |
| 7/6/2020 23:30:00 | 0,005291833 |
| 8/6/2020 0:30:00  | 0,005278722 |
| 8/6/2020 1:30:00  | 0,005248167 |
| 8/6/2020 2:30:00  | 0,005255444 |
| 8/6/2020 3:30:00  | 0,005234194 |
| 8/6/2020 4:30:00  | 0,005227556 |
| 8/6/2020 5:30:00  | 0,005292167 |
| 8/6/2020 6:30:00  | 0,005400889 |
| 8/6/2020 7:30:00  | 0,005502778 |
| 8/6/2020 8:30:00  | 0,005536861 |
| 8/6/2020 9:30:00  | 0,005496194 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 8/6/2020 10:30:00  | 0,005555278 |
| 8/6/2020 11:30:00  | 0,005486611 |
| 8/6/2020 12:30:00  | 0,005606944 |
| 8/6/2020 13:30:00  | 0,005705417 |
| 8/6/2020 14:30:00  | 0,006331944 |
| 8/6/2020 15:30:00  | 0,005801167 |
| 8/6/2020 16:30:00  | 0,005461611 |
| 8/6/2020 17:30:00  | 0,005492861 |
| 8/6/2020 18:30:00  | 0,005405444 |
| 8/6/2020 19:30:00  | 0,005407972 |
| 8/6/2020 20:30:00  | 0,005346528 |
| 8/6/2020 21:30:00  | 0,005370611 |
| 8/6/2020 22:30:00  | 0,005377611 |
| 8/6/2020 23:30:00  | 0,005367222 |
| 9/6/2020 0:30:00   | 0,005353417 |
| 9/6/2020 1:30:00   | 0,005415861 |
| 9/6/2020 2:30:00   | 0,005397306 |
| 9/6/2020 3:30:00   | 0,005388333 |
| 9/6/2020 4:30:00   | 0,005358667 |
| 9/6/2020 5:30:00   | 0,005326194 |
| 9/6/2020 6:30:00   | 0,005338333 |
| 9/6/2020 7:30:00   | 0,005346722 |
| 9/6/2020 8:30:00   | 0,005319417 |
| 9/6/2020 9:30:00   | 0,005331806 |
| 9/6/2020 10:30:00  | 0,00515275  |
| 9/6/2020 11:30:00  | 0,005090528 |
| 9/6/2020 12:30:00  | 0,005136333 |
| 9/6/2020 13:30:00  | 0,005199528 |
| 9/6/2020 14:30:00  | 0,005181583 |
| 9/6/2020 15:30:00  | 0,005211472 |
| 9/6/2020 16:30:00  | 0,005265639 |
| 9/6/2020 17:30:00  | 0,005302417 |
| 9/6/2020 18:30:00  | 0,005287056 |
| 9/6/2020 19:30:00  | 0,005288583 |
| 9/6/2020 20:30:00  | 0,00528125  |
| 9/6/2020 21:30:00  | 0,005281278 |
| 9/6/2020 22:30:00  | 0,00528025  |
| 9/6/2020 23:30:00  | 0,005309472 |
| 10/6/2020 0:30:00  | 0,005298972 |
| 10/6/2020 1:30:00  | 0,005274306 |
| 10/6/2020 2:30:00  | 0,005293139 |
| 10/6/2020 3:30:00  | 0,005280222 |
| 10/6/2020 4:30:00  | 0,005298444 |
| 10/6/2020 5:30:00  | 0,005357194 |
| 10/6/2020 6:30:00  | 0,00535675  |
| 10/6/2020 7:30:00  | 0,005395889 |
| 10/6/2020 8:30:00  | 0,005303861 |
| 10/6/2020 9:30:00  | 0,005260139 |
| 10/6/2020 10:30:00 | 0,005276528 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 10/6/2020 11:30:00 | 0,005265611 |
| 10/6/2020 12:30:00 | 0,005271222 |
| 10/6/2020 13:30:00 | 0,005254    |
| 10/6/2020 14:30:00 | 0,005192167 |
| 10/6/2020 15:30:00 | 0,005211    |
| 10/6/2020 16:30:00 | 0,005258306 |
| 10/6/2020 17:30:00 | 0,005268611 |
| 10/6/2020 18:30:00 | 0,005350722 |
| 10/6/2020 19:30:00 | 0,005339306 |
| 10/6/2020 20:30:00 | 0,005402917 |
| 10/6/2020 21:30:00 | 0,005267389 |
| 10/6/2020 22:30:00 | 0,00525625  |
| 10/6/2020 23:30:00 | 0,005237278 |
| 11/6/2020 0:30:00  | 0,005303833 |
| 11/6/2020 1:30:00  | 0,005269833 |
| 11/6/2020 2:30:00  | 0,005299417 |
| 11/6/2020 3:30:00  | 0,005323139 |
| 11/6/2020 4:30:00  | 0,005380972 |
| 11/6/2020 5:30:00  | 0,005349972 |
| 11/6/2020 6:30:00  | 0,005303667 |
| 11/6/2020 7:30:00  | 0,00531     |
| 11/6/2020 8:30:00  | 0,005321667 |
| 11/6/2020 9:30:00  | 0,005301361 |
| 11/6/2020 10:30:00 | 0,005228528 |
| 11/6/2020 11:30:00 | 0,005236361 |
| 11/6/2020 12:30:00 | 0,005194417 |
| 11/6/2020 13:30:00 | 0,005170056 |
| 11/6/2020 14:30:00 | 0,005174639 |
| 11/6/2020 15:30:00 | 0,005139556 |
| 11/6/2020 16:30:00 | 0,005183611 |
| 11/6/2020 17:30:00 | 0,005178472 |
| 11/6/2020 18:30:00 | 0,005286556 |
| 11/6/2020 19:30:00 | 0,005318056 |
| 11/6/2020 20:30:00 | 0,005305083 |
| 11/6/2020 21:30:00 | 0,005305944 |
| 11/6/2020 22:30:00 | 0,00529725  |
| 11/6/2020 23:30:00 | 0,005268528 |
| 12/6/2020 0:30:00  | 0,005258056 |
| 12/6/2020 1:30:00  | 0,005251361 |
| 12/6/2020 2:30:00  | 0,005290944 |
| 12/6/2020 3:30:00  | 0,005249667 |
| 12/6/2020 4:30:00  | 0,005268306 |
| 12/6/2020 5:30:00  | 0,005259639 |
| 12/6/2020 6:30:00  | 0,005310694 |
| 12/6/2020 7:30:00  | 0,005347389 |
| 12/6/2020 8:30:00  | 0,005402694 |
| 12/6/2020 9:30:00  | 0,005454028 |
| 12/6/2020 10:30:00 | 0,005831306 |
| 12/6/2020 11:30:00 | 0,006168917 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 12/6/2020 12:30:00 | 0,00618125  |
| 12/6/2020 13:30:00 | 0,005962944 |
| 12/6/2020 14:30:00 | 0,005550806 |
| 12/6/2020 15:30:00 | 0,0052365   |
| 12/6/2020 16:30:00 | 0,005200194 |
| 12/6/2020 17:30:00 | 0,005340778 |
| 12/6/2020 18:30:00 | 0,005264278 |
| 12/6/2020 19:30:00 | 0,005272889 |
| 12/6/2020 20:30:00 | 0,005266778 |
| 12/6/2020 21:30:00 | 0,005290306 |
| 12/6/2020 22:30:00 | 0,005213167 |
| 12/6/2020 23:30:00 | 0,005237222 |
| 13/6/2020 0:30:00  | 0,005277889 |
| 13/6/2020 1:30:00  | 0,005209889 |
| 13/6/2020 2:30:00  | 0,00519925  |
| 13/6/2020 3:30:00  | 0,005175333 |
| 13/6/2020 4:30:00  | 0,005195778 |
| 13/6/2020 5:30:00  | 0,005231389 |
| 13/6/2020 6:30:00  | 0,005236389 |
| 13/6/2020 7:30:00  | 0,005238056 |
| 13/6/2020 8:30:00  | 0,005204917 |
| 13/6/2020 9:30:00  | 0,005088806 |
| 13/6/2020 10:30:00 | 0,005036722 |
| 13/6/2020 11:30:00 | 0,004981611 |
| 13/6/2020 12:30:00 | 0,005025083 |
| 13/6/2020 13:30:00 | 0,005011417 |
| 13/6/2020 14:30:00 | 0,004976194 |
| 13/6/2020 15:30:00 | 0,004960583 |
| 13/6/2020 16:30:00 | 0,005040472 |
| 13/6/2020 17:30:00 | 0,005092194 |
| 13/6/2020 18:30:00 | 0,005105639 |
| 13/6/2020 19:30:00 | 0,005107194 |
| 13/6/2020 20:30:00 | 0,005211944 |
| 13/6/2020 21:30:00 | 0,005182389 |
| 13/6/2020 22:30:00 | 0,005184694 |
| 13/6/2020 23:30:00 | 0,005215667 |
| 14/6/2020 0:30:00  | 0,005188417 |
| 14/6/2020 1:30:00  | 0,005185806 |
| 14/6/2020 2:30:00  | 0,005152222 |
| 14/6/2020 3:30:00  | 0,005188694 |
| 14/6/2020 4:30:00  | 0,00519925  |
| 14/6/2020 5:30:00  | 0,00524425  |
| 14/6/2020 6:30:00  | 0,005221306 |
| 14/6/2020 7:30:00  | 0,005219333 |
| 14/6/2020 8:30:00  | 0,005206    |
| 14/6/2020 9:30:00  | 0,005234083 |
| 14/6/2020 10:30:00 | 0,005223472 |
| 14/6/2020 11:30:00 | 0,005306972 |
| 14/6/2020 12:30:00 | 0,005294278 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 14/6/2020 13:30:00 | 0,005170917 |
| 14/6/2020 14:30:00 | 0,005320444 |
| 14/6/2020 15:30:00 | 0,005479861 |
| 14/6/2020 16:30:00 | 0,005419528 |
| 14/6/2020 17:30:00 | 0,005383389 |
| 14/6/2020 18:30:00 | 0,005387944 |
| 14/6/2020 19:30:00 | 0,005322639 |
| 14/6/2020 20:30:00 | 0,00529175  |
| 14/6/2020 21:30:00 | 0,005301472 |
| 14/6/2020 22:30:00 | 0,005328611 |
| 14/6/2020 23:30:00 | 0,005287694 |
| 15/6/2020 0:30:00  | 0,00533875  |
| 15/6/2020 1:30:00  | 0,00526875  |
| 15/6/2020 2:30:00  | 0,005297639 |
| 15/6/2020 3:30:00  | 0,005287528 |
| 15/6/2020 4:30:00  | 0,005290417 |
| 15/6/2020 5:30:00  | 0,005343472 |
| 15/6/2020 6:30:00  | 0,0052975   |
| 15/6/2020 7:30:00  | 0,005297333 |
| 15/6/2020 8:30:00  | 0,005372111 |
| 15/6/2020 9:30:00  | 0,005337528 |
| 15/6/2020 10:30:00 | 0,005405667 |
| 15/6/2020 11:30:00 | 0,005408917 |
| 15/6/2020 12:30:00 | 0,005401694 |
| 15/6/2020 13:30:00 | 0,005464639 |
| 15/6/2020 14:30:00 | 0,005278167 |
| 15/6/2020 15:30:00 | 0,005703944 |
| 15/6/2020 16:30:00 | 0,005800556 |
| 15/6/2020 17:30:00 | 0,006066694 |
| 15/6/2020 18:30:00 | 0,005637194 |
| 15/6/2020 19:30:00 | 0,005543    |
| 15/6/2020 20:30:00 | 0,005510917 |
| 15/6/2020 21:30:00 | 0,005477694 |
| 15/6/2020 22:30:00 | 0,005465389 |
| 15/6/2020 23:30:00 | 0,005496694 |
| 16/6/2020 0:30:00  | 0,005602472 |
| 16/6/2020 1:30:00  | 0,005718833 |
| 16/6/2020 2:30:00  | 0,005813472 |
| 16/6/2020 3:30:00  | 0,005678944 |
| 16/6/2020 4:30:00  | 0,005584222 |
| 16/6/2020 5:30:00  | 0,005523583 |
| 16/6/2020 6:30:00  | 0,00548825  |
| 16/6/2020 7:30:00  | 0,005483667 |
| 16/6/2020 8:30:00  | 0,005801111 |
| 16/6/2020 9:30:00  | 0,006238444 |
| 16/6/2020 10:30:00 | 0,006872861 |
| 16/6/2020 12:30:00 | 0,005993472 |
| 16/6/2020 13:30:00 | 0,005833917 |
| 16/6/2020 14:30:00 | 0,005762139 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 16/6/2020 15:30:00 | 0,005715167 |
| 16/6/2020 16:30:00 | 0,005914278 |
| 16/6/2020 17:30:00 | 0,005931083 |
| 16/6/2020 18:30:00 | 0,006122889 |
| 16/6/2020 19:30:00 | 0,006232056 |
| 16/6/2020 20:30:00 | 0,00613625  |
| 16/6/2020 21:30:00 | 0,005939833 |
| 16/6/2020 22:30:00 | 0,005919306 |
| 16/6/2020 23:30:00 | 0,006217861 |
| 17/6/2020 0:30:00  | 0,006059972 |
| 17/6/2020 1:30:00  | 0,006010806 |
| 17/6/2020 2:30:00  | 0,00585675  |
| 17/6/2020 3:30:00  | 0,005850944 |
| 17/6/2020 4:30:00  | 0,005792778 |
| 17/6/2020 5:30:00  | 0,005819028 |
| 17/6/2020 6:30:00  | 0,005797139 |
| 17/6/2020 7:30:00  | 0,005822139 |
| 17/6/2020 8:30:00  | 0,005749083 |
| 17/6/2020 9:30:00  | 0,005716306 |
| 17/6/2020 10:30:00 | 0,005637111 |
| 17/6/2020 11:30:00 | 0,005585194 |
| 17/6/2020 12:30:00 | 0,005569889 |
| 17/6/2020 13:30:00 | 0,00564775  |
| 17/6/2020 14:30:00 | 0,005589194 |
| 17/6/2020 15:30:00 | 0,005572889 |
| 17/6/2020 16:30:00 | 0,005609194 |
| 17/6/2020 17:30:00 | 0,005669    |
| 17/6/2020 18:30:00 | 0,005720444 |
| 17/6/2020 19:30:00 | 0,005756389 |
| 17/6/2020 20:30:00 | 0,005757639 |
| 17/6/2020 21:30:00 | 0,005711361 |
| 17/6/2020 22:30:00 | 0,005690528 |
| 17/6/2020 23:30:00 | 0,005593667 |
| 18/6/2020 0:30:00  | 0,005692944 |
| 18/6/2020 1:30:00  | 0,005658806 |
| 18/6/2020 2:30:00  | 0,005698056 |
| 18/6/2020 3:30:00  | 0,005706278 |
| 18/6/2020 4:30:00  | 0,005709889 |
| 18/6/2020 5:30:00  | 0,005706917 |
| 18/6/2020 6:30:00  | 0,005781667 |
| 18/6/2020 7:30:00  | 0,005894972 |
| 18/6/2020 8:30:00  | 0,005784444 |
| 18/6/2020 9:30:00  | 0,005673611 |
| 18/6/2020 10:30:00 | 0,005519556 |
| 18/6/2020 11:30:00 | 0,005455306 |
| 18/6/2020 12:30:00 | 0,005485361 |
| 18/6/2020 13:30:00 | 0,005468389 |
| 18/6/2020 14:30:00 | 0,005484111 |
| 18/6/2020 15:30:00 | 0,005453611 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 18/6/2020 16:30:00 | 0,005475611 |
| 18/6/2020 17:30:00 | 0,005617861 |
| 18/6/2020 18:30:00 | 0,005659778 |
| 18/6/2020 19:30:00 | 0,005734306 |
| 18/6/2020 20:30:00 | 0,005716944 |
| 18/6/2020 21:30:00 | 0,005703056 |
| 18/6/2020 22:30:00 | 0,005698389 |
| 18/6/2020 23:30:00 | 0,005679194 |
| 19/6/2020 0:30:00  | 0,005646056 |
| 19/6/2020 1:30:00  | 0,005665667 |
| 19/6/2020 2:30:00  | 0,005715944 |
| 19/6/2020 3:30:00  | 0,005688583 |
| 19/6/2020 4:30:00  | 0,005653472 |
| 19/6/2020 5:30:00  | 0,005708833 |
| 19/6/2020 6:30:00  | 0,005787444 |
| 19/6/2020 7:30:00  | 0,005822167 |
| 19/6/2020 8:30:00  | 0,00575     |
| 19/6/2020 9:30:00  | 0,006182583 |
| 19/6/2020 10:30:00 | 0,006500472 |
| 19/6/2020 11:30:00 | 0,005814472 |
| 19/6/2020 12:30:00 | 0,005651667 |
| 19/6/2020 13:30:00 | 0,005557    |
| 19/6/2020 14:30:00 | 0,005550694 |
| 19/6/2020 15:30:00 | 0,00560625  |
| 19/6/2020 16:30:00 | 0,005705556 |
| 19/6/2020 17:30:00 | 0,005954917 |
| 19/6/2020 18:30:00 | 0,005938083 |
| 19/6/2020 19:30:00 | 0,005834    |
| 19/6/2020 20:30:00 | 0,005793333 |
| 19/6/2020 21:30:00 | 0,005771778 |
| 19/6/2020 22:30:00 | 0,0057725   |
| 19/6/2020 23:30:00 | 0,005783    |
| 20/6/2020 0:30:00  | 0,005735667 |
| 20/6/2020 1:30:00  | 0,005741    |
| 20/6/2020 2:30:00  | 0,005775167 |
| 20/6/2020 3:30:00  | 0,005695611 |
| 20/6/2020 4:30:00  | 0,00574475  |
| 20/6/2020 5:30:00  | 0,005776944 |
| 20/6/2020 6:30:00  | 0,005765694 |
| 20/6/2020 7:30:00  | 0,005790917 |
| 20/6/2020 8:30:00  | 0,005822028 |
| 20/6/2020 9:30:00  | 0,005656194 |
| 20/6/2020 10:30:00 | 0,005972222 |
| 20/6/2020 11:30:00 | 0,005944417 |
| 20/6/2020 12:30:00 | 0,0056715   |
| 20/6/2020 13:30:00 | 0,005624944 |
| 20/6/2020 14:30:00 | 0,005641306 |
| 20/6/2020 15:30:00 | 0,005588028 |
| 20/6/2020 16:30:00 | 0,005575472 |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 20/6/2020 17:30:00 | 0,005701667 |
| 20/6/2020 18:30:00 | 0,00565675  |
| 20/6/2020 19:30:00 | 0,005767194 |
| 20/6/2020 20:30:00 | 0,005813333 |
| 20/6/2020 21:30:00 | 0,005754778 |
| 20/6/2020 22:30:00 | 0,005756    |
| 20/6/2020 23:30:00 | 0,005753806 |
| 21/6/2020 0:30:00  | 0,005772444 |
| 21/6/2020 1:30:00  | 0,005693333 |
| 21/6/2020 2:30:00  | 0,005716222 |
| 21/6/2020 3:30:00  | 0,005720083 |
| 21/6/2020 4:30:00  | 0,005681    |
| 21/6/2020 5:30:00  | 0,005695444 |
| 21/6/2020 6:30:00  | 0,005725028 |
| 21/6/2020 7:30:00  | 0,005770306 |
| 21/6/2020 8:30:00  | 0,005730944 |
| 21/6/2020 9:30:00  | 0,005582528 |
| 21/6/2020 10:30:00 | 0,005482667 |
| 21/6/2020 11:30:00 | 0,005491222 |
| 22/6/2020 10:30:00 | 0,005321361 |
| 22/6/2020 11:30:00 | 0,00545275  |
| 22/6/2020 12:30:00 | 0,005543944 |
| 22/6/2020 13:30:00 | 0,005518611 |
| 22/6/2020 14:30:00 | 0,005549361 |
| 22/6/2020 15:30:00 | 0,005634111 |
| 22/6/2020 16:30:00 | 0,005589361 |
| 22/6/2020 17:30:00 | 0,005657528 |
| 22/6/2020 18:30:00 | 0,005671528 |
| 22/6/2020 19:30:00 | 0,005702306 |
| 22/6/2020 20:30:00 | 0,005758694 |
| 22/6/2020 21:30:00 | 0,0057275   |
| 22/6/2020 22:30:00 | 0,005748694 |
| 22/6/2020 23:30:00 | 0,005761667 |
| 23/6/2020 0:30:00  | 0,005726056 |
| 23/6/2020 1:30:00  | 0,005739306 |
| 23/6/2020 2:30:00  | 0,005748    |
| 23/6/2020 3:30:00  | 0,005684556 |
| 23/6/2020 4:30:00  | 0,005707056 |
| 23/6/2020 5:30:00  | 0,005737972 |
| 23/6/2020 6:30:00  | 0,005751667 |
| 23/6/2020 7:30:00  | 0,005812444 |
| 23/6/2020 8:30:00  | 0,005927417 |
| 23/6/2020 9:30:00  | 0,006411139 |
| 23/6/2020 10:30:00 | 0,007164222 |
| 23/6/2020 11:30:00 | 0,006719944 |
| 23/6/2020 12:30:00 | 0,006137889 |
| 23/6/2020 13:30:00 | 0,005890333 |
| 23/6/2020 14:30:00 | 0,005643306 |
| 23/6/2020 15:30:00 | 0,00564708  |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 23/6/2020 16:30:00 | 0,005649972 |
| 23/6/2020 17:30:00 | 0,005823306 |
| 23/6/2020 18:30:00 | 0,005969556 |
| 23/6/2020 19:30:00 | 0,005978722 |
| 23/6/2020 20:30:00 | 0,005961139 |
| 23/6/2020 21:30:00 | 0,0059125   |
| 23/6/2020 22:30:00 | 0,005915667 |
| 23/6/2020 23:30:00 | 0,005874944 |
| 24/6/2020 0:30:00  | 0,005892139 |
| 24/6/2020 1:30:00  | 0,005881361 |
| 24/6/2020 2:30:00  | 0,005910889 |
| 24/6/2020 3:30:00  | 0,005902195 |
| 24/6/2020 4:30:00  | 0,00588475  |
| 24/6/2020 5:30:00  | 0,0058805   |
| 24/6/2020 6:30:00  | 0,005935056 |
| 24/6/2020 7:30:00  | 0,005959611 |
| 24/6/2020 8:30:00  | 0,005927945 |
| 24/6/2020 9:30:00  | 0,007068694 |
| 24/6/2020 10:30:00 | 0,006864222 |
| 24/6/2020 11:30:00 | 0,006490722 |
| 24/6/2020 12:30:00 | 0,006512111 |
| 24/6/2020 13:30:00 | 0,006230167 |
| 24/6/2020 14:30:00 | 0,006004667 |
| 24/6/2020 15:30:00 | 0,006016306 |
| 24/6/2020 16:30:00 | 0,005934833 |
| 24/6/2020 17:30:00 | 0,005961083 |
| 24/6/2020 18:30:00 | 0,005989695 |
| 24/6/2020 19:30:00 | 0,006019167 |
| 24/6/2020 20:30:00 | 0,005977139 |
| 24/6/2020 21:30:00 | 0,005991778 |
| 24/6/2020 22:30:00 | 0,005969639 |
| 24/6/2020 23:30:00 | 0,005953694 |