

## **PROJETO 4M**



## **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL VOLUME II – TOMO I**

O presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) destina-se a instrução de processo de licenciamento ambiental das atividades da pilha de rejeitos e da unidade de tratamento de minérios – UTM, com tratamento a úmido, do Projeto 4M, localizado nos municípios de Congonhas e Conselheiro Lafaiete, de titularidade da empresa LGA Mineração e Siderurgia S.A. conforme consta na Solicitação: nº **2022.09.01.003.0002376**, emitida pelo Sistema de Licenciamento Ambiental (SLA), com a orientação para a modalidade de Licença Ambiental Trifásica – LAT, fase de licenciamento Licença de Operação Corretiva - LOC.

Conforme consta na solicitação citada, sendo, devido às suas características de operacionalização, porte e potencial poluidor, sujeito à legislação ambiental do Estado, conforme Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, Classe 6, em conformidade com os códigos *A-05-04-7 Pilhas de Rejeito/Estéril – Minério de Ferro (77 ha)* e *A-05-02-0 Unidade de Tratamento de Minerais com tratamento a úmido (3.000.000 t/ano)*.

Este estudo foi estruturado de forma a caracterizar a área de inserção do projeto partir de procedimentos metodológicos específicos, constituindo o diagnóstico ambiental, o qual diz respeito à base de dados necessária com o objetivo de garantir sua conformidade ambiental.

Cabe ainda salientar que esses trabalhos foram conduzidos por uma equipe interdisciplinar e tiveram como base os dispositivos da legislação federal, estadual e municipal em vigor, atendendo o Termo de Referência para a elaboração de EIA/RIMA da FEAM.

## SUMÁRIO

11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	8
11.1 Meio Físico.....	8
11.1.1 Clima e Meteorologia .....	8
11.1.2 Qualidade do Ar.....	36
11.1.3 Ruído Ambiental e Vibração .....	45
11.1.4 Geologia.....	54
11.1.5 Geomorfologia .....	62
11.1.6 Suscetibilidade a processos erosivos .....	67
11.1.7 Pedologia e Aptidão Agrícola.....	74
11.1.8 Espeleologia.....	79
11.1.9 Recursos Hídricos .....	86
11.1.10 Áreas Contaminadas.....	179

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 11.1 - Mapa altimétrico do estado de Minas Gerais.....	9
Figura 11.2 - Representação mensal da temperatura média mensal observada no Brasil no período de 1981 a 2010.....	11
Figura 11.3 - Temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para a cidade de Ibitaré-MG baseado na climatologia (1981 a 2010) da cidade de Ibitaré/MG - estação 83632 do INMET .....	13
Figura 11.4 - Representação mensal da precipitação acumulada média mensal observada no Brasil no período de 1981 a 2010 .....	14
Figura 11.5 - Representação mensal do número de dias com precipitação acima de 50 mm observada no Brasil no período de 1981 a 2010.....	16
Figura 11.6 - Precipitação acumulada média mensal e precipitação máxima em 24h para a normal climatológica (1981 a 2010) da cidade de Ibitaré/MG - estação 83632 do INMET .....	18
Figura 11.7 - Representação mensal da espacialização da precipitação no estado de Minas Gerais .....	19
Figura 11.8 - Representação mensal da umidade relativa observada no Brasil no período de 1981 a 2010.....	21
Figura 11.9 - Umidade Relativa mensal para a normal climatológica (1981 a 2010) da cidade de Ibitaré/MG - estação 83632 do INMET .....	23
Figura 11.10 - Representação mensal da rosa-dos-ventos obtida da estação A513 do INMET para o período entre julho de 2006 e novembro de 2021.....	24
Figura 11.11 - Representação mensal da frequência de intensidade do vento obtida da estação A513 do INMET para o período compreendido entre julho de 2006 e novembro de 2021 .....	25

Figura 11.12 - Carta sinótica do dia 14 de julho de 2018 às 09h, exemplo de atuação da ASAS no estado de Minas Gerais .....	27
Figura 11.13 - Carta sinótica do dia 2 de fevereiro de 2018, às 10h, sobre Estado de Minas Gerais .....	28
Figura 11.14 - Imagem de satélite do canal visível para o dia 23 de dezembro de 2013, às 16h ...	29
Figura 11.15 - Representação das Temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para a cidade de Ouro Branco-MG referentes ao período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020 .....	31
Figura 11.16 - Representação da Precipitação acumulada média mensal e precipitação máxima em 24h para a cidade de Ouro Branco-MG referentes ao período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020 .....	31
Figura 11.17 - Representação da umidade relativa média mensal e umidade relativa mínima absoluta de Ouro Branco-MG referentes ao período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020 .....	32
Figura 11.18 - Imagem de satélite do canal visível para o dia 23 de janeiro de 2020, à 11h – horário de Brasília.....	34
Figura 11.19 - Representação mensal da rosa-dos-ventos obtida da cidade de Ouro Branco/MG para o período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020 .....	35
Figura 11.20 - Representação mensal da velocidade do vento (m/s) obtida da cidade de Ouro Branco/MG para o período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020 .....	36
Figura 11.21 – Pontos de Monitoramento de Qualidade do Ar .....	39
Figura 11.22 – Ponto de Qualidade do Ar (QAr01).....	40
Figura 11.23 – Ponto de Qualidade do Ar (QAr02).....	40
Figura 11.24 – Ponto de Qualidade do Ar (QAr03).....	40
Figura 11.25 – Ponto de Qualidade do Ar (QAr04) 1ª Campanha .....	40
Figura 11.26 - Ponto de Qualidade do Ar (QAr04) .....	40
Figura 11.27 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar – Parâmetro PTS.....	43
Figura 11.28 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar – Parâmetro MP10.....	43
Figura 11.29 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar – Parâmetro MP2,5.....	44
Figura 11.30 – Pontos de Monitoramento de Ruído Ambiental .....	48
Figura 11.31 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR01 .....	49
Figura 11.32 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR02.....	49
Figura 11.33 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR03.....	49
Figura 11.34 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR04 – 1ª Campanha.....	49
Figura 11.35 - Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR04 – 2ª Campanha .....	49
Figura 11.36 - Resultado de monitoramento de ruído ambiental.....	53
Figura 11.37 - Coluna estratigráfica do QF (modificada de Chemale Jr. et al., 1994).....	56
Figura 11.38 - Mapa Geológico da Área de Estudo Regional .....	61
Figura 11.39 - Mapa geomorfológico da área de estudo regional .....	65
Figura 11.40 - Mapa de declividade da ADA do empreendimento .....	67
Figura 11.41 - Sequência esquemática da evolução do solo.....	74
Figura 11.42 - Mapa de solos da área de estudo regional.....	77
Figura 11.43- Localização da Unidade Espeleológica QF–Conceição e das Unidades Geomorfológicas.....	81
Figura 11.44 – Unidade geomorfológica Quadrilátero Oeste .....	82

Figura 11.45 – Mapa do potencial espeleológico local.....	85
Figura 11.46 – Rede Hidrográfica Projeto 4M .....	87
Figura 11.47 – Localização do Projeto 4M em relação a UPGRH SF-3 .....	90
Figura 11.48 – Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba .....	92
Figura 11.49 - Sub-bacia do rio Maranhão .....	94
Figura 11.50 – Enquadramento Curso D’água AID .....	96
Figura 11.51 –Distribuição percentual das faixas de IQA na UPGRH SF3 para os anos de 2015 a 2018.....	99
Figura 11.52 – Índice da Qualidade das Águas Superficiais na região próxima ao empreendimento .....	101
Figura 11.53 – Panorama da Qualidade das Águas Superficiais rio Paraopeba .....	103
Figura 11.54 - Localização dos Pontos de Monitoramento Hídrico .....	107
Figura 11.55 – Resultados dos parâmetros pontos P01, P02 e P11 .....	112
Figura 11.56 – Resultados dos parâmetros pontos P03 e P04 .....	122
Figura 11.57 – Resultados dos parâmetros pontos P12 e P13 .....	129
Figura 11.58 – Resultados dos parâmetros pontos P14 e P15 .....	138
Figura 11.59 – Resultados dos parâmetros ponto P09.....	146
Figura 11.60 – Resultados dos parâmetros pontos P16 e P17 .....	152
Figura 11.61 – Sistema de aquíferos com poços.....	157
Figura 11.62 – Vazões Médias Específicas .....	159
Figura 11.63 – Vazões com 90% e 95% de Permanência.....	160
Figura 11.64 – Vazão de Referência (Q7,10) .....	161
Figura 11.65 – Resultados de Recarga de Potencial Direta e Recarga de Potencial Explotável específicos.....	162
Figura 11.66 – Recarga Potencial Direta e Recarga Potencial Explotável .....	163
Figura 11.67 – Outorgas próximas ao empreendimento .....	166
Figura 11.68 – Talvegue seco à montante da surgência .....	168
Figura 11.69 – Visão da surgência.....	168
Figura 11.70 – Ponto de medição de vazão .....	169
Figura 11.71- Talvegue seco a montante da surgência .....	169
Figura 11.72 – Detalhe da surgência.....	169
Figura 11.73 – Medição de Vazão .....	170
Figura 11.74 – Montante da surgência.....	171
Figura 11.75 – Surgência .....	171
Figura 11.76 – Medição de Vazão .....	171
Figura 11.77 – Encontro do fluxo da surgência 02 com a surgência 03.....	171
Figura 11.78 – Montante do talvegue .....	172
Figura 11.79 – Surgência .....	172
Figura 11.80 – Jusante da surgência .....	172
Figura 11.81 – Medição de Vazão .....	172
Figura 11.82 – Talvegue seco a montante da surgência .....	173
Figura 11.83 - Surgência.....	173
Figura 11.84 – Detalhe para a parte a jusante onde a água infiltra .....	173
Figura 11.85 – Ponto de medição de vazão .....	173
Figura 11.86 – Talvegue seco a montante da surgência .....	174



Figura 11.87 – Surgência percolando sob material rochoso .....	174
Figura 11.88 – Medição de vazão .....	174
Figura 11.89 – Talvegue seco a montante da surgência .....	175
Figura 11.90 –Surgência em material rochoso .....	175
Figura 11.91 – Fluxo a jusante da surgência.....	175
Figura 11.92 – Medição de Vazão .....	175
Figura 11.93 –Talvegue seco a montante da surgência .....	176
Figura 11.94 – Ponto de Surgência.....	176
Figura 11.95 – Medição de Vazão .....	176
Figura 11.96 – Ponto a jusante da surgência.....	176
Figura 11.97 – Talvegue seco em 30/12/2021 a jusante da área brejosa (surgência).....	177
Figura 11.98 – Talvegue seco em 30/12/2021 a jusante da área brejosa (surgência).....	177
Figura 11.99 – Talvegue em 05/01/2022 com água extravasada da área brejosa.....	177
Figura 11.100 – Talvegue em 05/01/2022 com água extravasada da área brejosa.....	177
Figura 11.101 – Talvegue seco a montante da área brejosa .....	177
Figura 11.102 – Área brejosa (Surgência Intermitente).....	177
Figura 11.103 – Área brejosa (Surgência Intermitente).....	178
Figura 11.104 – Área brejosa (Surgência Intermitente).....	178
Figura 11.105 – Localização das Nascentes em relação a área do empreendimento .....	179

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 11.1 - Normais Climatológicas (1981 a 2010) para a cidade de Ibitaré/MG baseado na estação 83632 do INMET .....	10
Quadro 11.2 – Pontos para Caracterização Qualidade do Ar .....	38
Quadro 11.3- Padrão nacional da qualidade do ar .....	41
Quadro 11.4 - Resultado do monitoramento de qualidade do ar – 1ª e 2ª Campanha .....	42
Quadro 11.5 – Aparelhagem Utilizada .....	45
Quadro 11.6 – Pontos para Caracterização Ruído Ambiental .....	46
Quadro 11.7 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período .....	50
Quadro 11.8 – Horários Monitoramentos Ruído Ambiental .....	52
Quadro 11.9 – Resultados Monitoramentos Ruído Ambiental – 1º Campanha.....	52
Quadro 11.10 – Resultados Monitoramento Ruído Ambiental – 2º Campanha .....	53
Quadro 11.11 - Características das regiões hidrográficas da bacia do São Francisco.....	88
Quadro 11.12 – Parâmetros envolvidos no Cálculo do IQA e seus respectivos pesos.....	97
Quadro 11.13 – Classificação de qualidade de água.....	98
Quadro 11.14 – Panorama de Qualidade das Águas Superficiais – Estações próximas ao empreendimento.....	104
Quadro 11.15 - Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores do Projeto 4M .....	105
Quadro 11.16 – Parâmetros analisado .....	108
Quadro 11.17 – Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 3 .....	110
Quadro 11.18 – Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 3 .....	120

Quadro 11.19 - Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 3 .....	136
Quadro 11.20 – Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 2 .....	144
Quadro 11.21 - Outorgas.....	163

## 11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 11.1 Meio Físico

#### 11.1.1 Clima e Meteorologia

##### 11.1.1.1 Caracterização Climatológica

O Clima compreende um padrão de diversos elementos meteorológicos que ocorrem em um determinado local avaliado em um período de 30 anos, tais como frentes frias e quentes, tempestades, tornados, furacões, secas, dentre outros, os quais são explicados através das variáveis meteorológicas, sendo as principais a temperatura, a umidade relativa, a precipitação, a direção e a velocidade do vento (WMO, 2017). No Brasil, as normais climatológicas são fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Alguns fatores como o relevo e a posição geográfica influenciam diretamente no clima, além da cobertura vegetal, áreas cobertas por água e as grandes manchas urbanas. Na climatologia, os padrões de circulação do ar também são fatores interferentes e são definidos como:

- Larga escala, chamados de fenômenos sinóticos – da ordem de 1000km;
- Mesoescala – da ordem de 100km;
- Microescala – inferior a 1 km.

Destaca-se que montanhas, encostas e presença do mar ou de grandes áreas alagadas influenciam diretamente nas circulações de microescala, ou escala local.

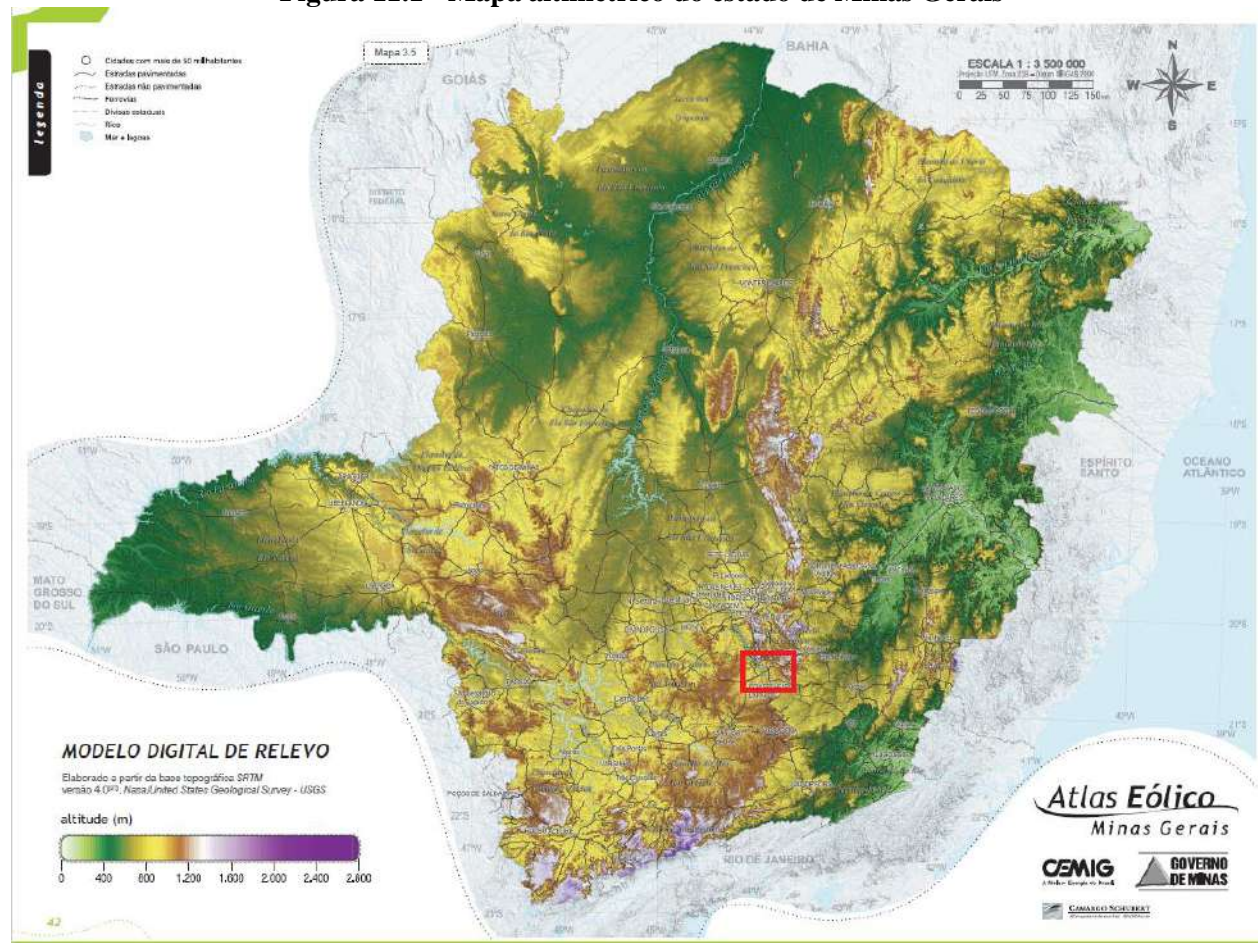
A região delimitada pela LGA Mineração e Siderurgia S.A. pertence à mesma bacia hidrográfica do rio São Francisco, sendo as estações meteorológicas disponíveis para fornecimento de dados localizadas em Ibirité/MG (convencional) e Ouro Branco/MG (automática), ambas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Neste estudo, para a caracterização do clima da região da LGA Mineração e Siderurgia S.A., serão utilizados os dados providos pela estação convencional do INMET de Ibirité/MG por ser a estação mais próxima, além de fornecer os trinta anos requeridos pela WMO (2017). A estação automática de Ouro Branco/MG, será utilizada para reportar a direção e velocidade do vento desde o ano de 2006 na região, sendo representada nas rosas-dos-ventos e gráficos a frequência das direções e intensidade do vento mensal. A figura a seguir ilustra onde a LGA Mineração e Siderurgia S.A.



está situada dentro do estado de Minas Gerais (quadrado vermelho) e o relevo, segundo o estudo da CEMIG (2010).

Figura 11.1 - Mapa altimétrico do estado de Minas Gerais



Fonte: CEMIG (2010) - alterado

A LGA Mineração e Siderurgia S.A. está localizada no município de Congonhas/MG, o qual limita-se com os municípios de Belo Vale/MG, Jeceaba/MG, São Brás do Suaçuí/MG, Conselheiro Lafaiete/MG, Ouro Branco/MG e Ouro Preto/MG.

De acordo com os dados coletados pela estação 83632 do INMET no período de 1981 a 2010, o clima em Ibitiré/MG, o qual representa a cidade de Congonhas/MG por ser a estação mais próxima, é do tipo Cwa (temperado com inverno seco e verão quente), segundo a classificação de Köppen-Geiger. Este tipo climático possui a temperatura média do mês mais frio acima de 0°C ou -3°C, pelo menos um mês tem temperatura média acima de 22 °C e ao menos quatro meses apresentam média acima de 10 °C. Neste clima, o verão é pelo menos dez vezes mais chuvoso do que o inverno, que é seco. Pode-se dizer também que 70% da chuva cai durante os meses mais quentes e somente 30% cai nos meses mais frios, possuindo tipicamente uma estação seca bem

pronunciada, e a média do mês mais seco é menor que um décimo da precipitação média do mês de verão mais úmido, ou menos de 40 mm. A sigla Cwa possui o “C” que significa temperatura média mensal de 0°C, ou -3°C, ou acima em todos os meses do ano, o “w” que significa estação seca no inverno (winter, em inglês) e o “a” que significa verão quente, ou seja, temperatura média no mês mais quente de 22°C ou superior.

O Quadro 11.1 apresenta as normais climatológicas para a cidade de Ibitaré/MG, que representam a região da LGA Mineração e Siderurgia S.A., conforme a seguinte ordem: temperatura média compensada (T-med), temperatura máxima absoluta (T-max), temperatura mínima absoluta (T-min), precipitação máxima acumulada em 24h (Pr-max), precipitação acumulada média mensal (Pr-acc), umidade relativa média mensal (UR-med) e umidade relativa mínima absoluta (UR-min), segundo a estação convencional do INMET instalada no município citado. Ressalta-se que as estações convencionais coletam dados apenas três vezes por dia, sendo as 09h, as 15h e as 21h no horário local.

**Quadro 11.1 - Normais Climatológicas (1981 a 2010) para a cidade de Ibitaré/MG baseado na estação 83632 do INMET**

Mês	T-med (°C)	T-max (°C)	T-min (°C)	Pr-max (mm)	Pr-acc (mm)	UR-med (%)	UR-min (%)
JAN	23,0	36,2	10,6	116,4	286,0	80,6	50,3
FEV	23,2	36,1	10,6	75,6	165,4	77,6	50,3
MAR	22,9	35,0	12,2	78,0	175,3	77,6	44,3
ABR	21,6	33,5	7,5	92,8	67,6	77,1	57,0
MAI	19,2	32,4	4,6	57,8	29,9	77,8	51,0
JUN	17,7	30,6	2,2	30,5	11,7	76,5	42,3
JUL	17,4	32,1	0,4	19,0	5,7	72,8	45,0
AGO	19,0	34,2	2,0	35,3	13,2	68,0	36,8
SET	21,1	35,8	1,2	59,9	53,3	68,2	36,3
OUT	22,5	37,0	5,1	93,4	121,5	69,3	31,8
NOV	22,8	39,6	1,7	113,0	205,3	75,6	41,8
DEZ	22,7	35,2	9,9	112,6	349,9	80,4	42,5

Fonte: INMET, 2021

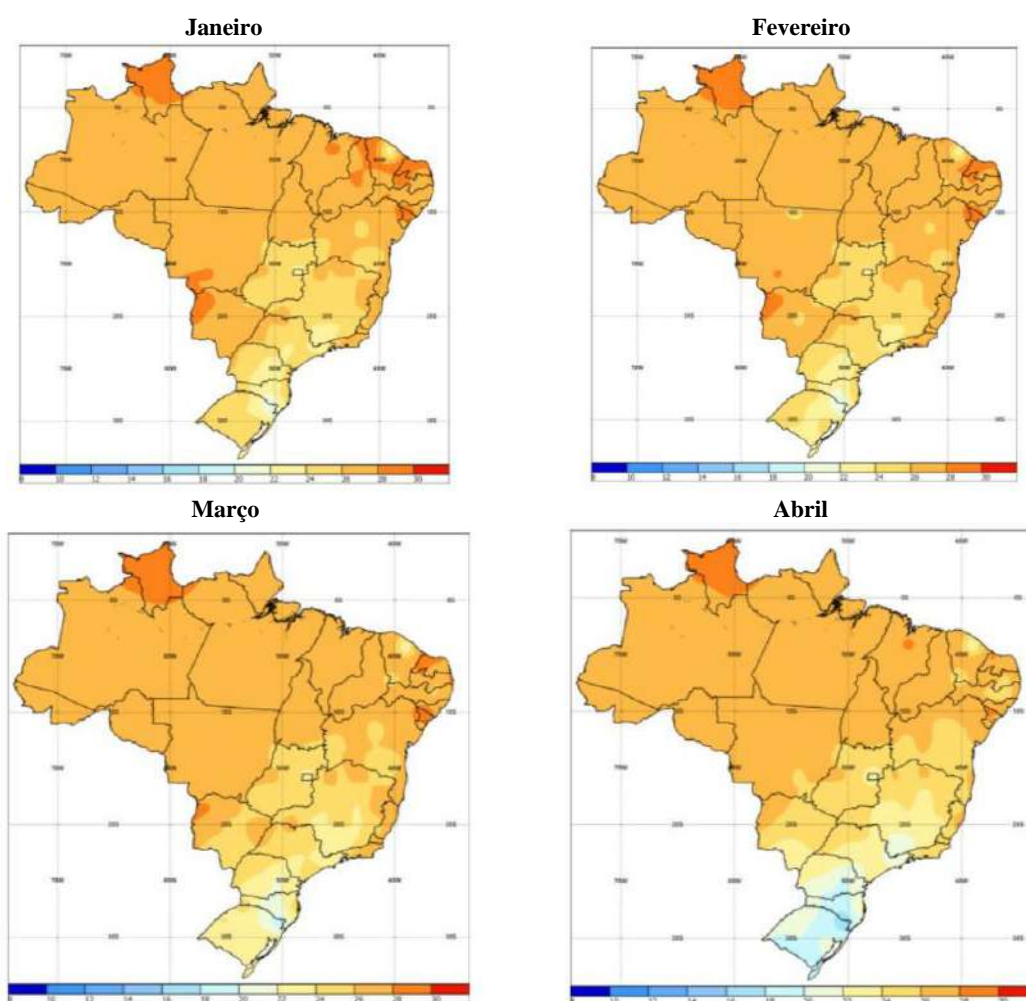
Após a aquisição destes dados, foi feito um levantamento do comportamento destes parâmetros durante o ano, apresentados nos mapas a seguir.

### **Temperatura**

A Figura 11.2 ilustra o perfil de temperatura de 1981 a 2010 em todo o Brasil e a Figura 12.3 apresenta a temperaturas máxima, média e mínima mensais para a cidade de Ibitaré-MG (estação 83632 do INMET) no mesmo período climatológico. De acordo com figura 3, observa-se que na

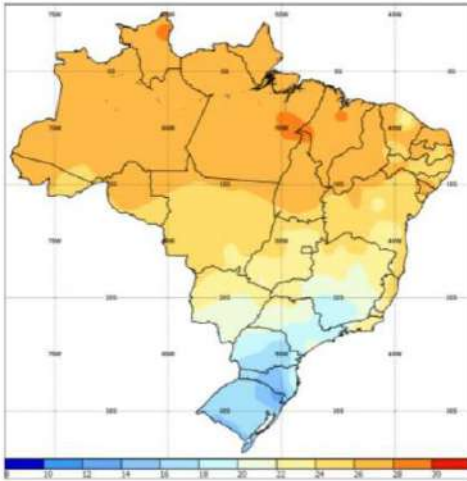
região da LGA Mineração e Siderurgia S.A. o mês mais quente é fevereiro, com valor médio de 23,2°C, e o mês mais frio é julho, com valor médio de 17,4°C. Os extremos de temperatura apresentaram valor máximo em novembro com 39,6°C e valor mínimo em julho com 0,4°C. A maior tendência de ocorrência de extremos máximos de temperatura fica entre os meses de setembro e outubro, e de extremos mínimos entre junho e julho devido à maior probabilidade de avanço do ar polar com maior intensidade.

**Figura 11.2 - Representação mensal da temperatura média mensal observada no Brasil no período de 1981 a 2010**

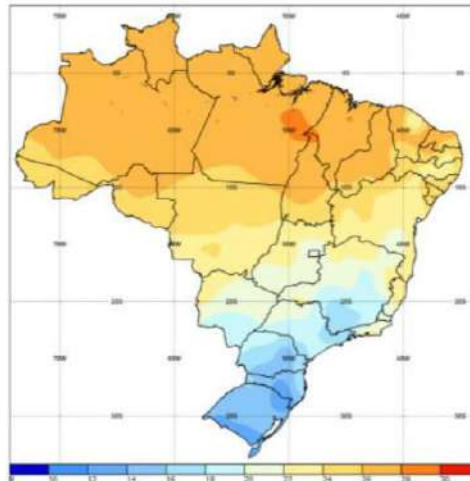




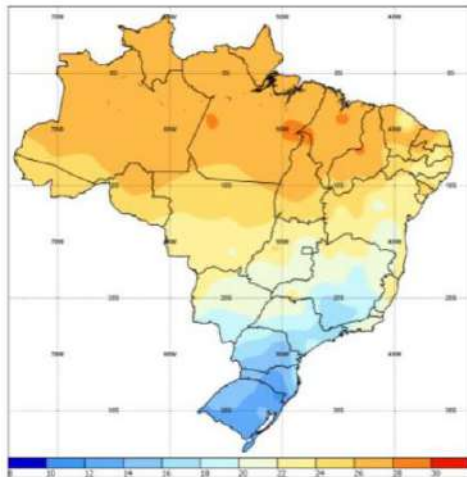
Maio



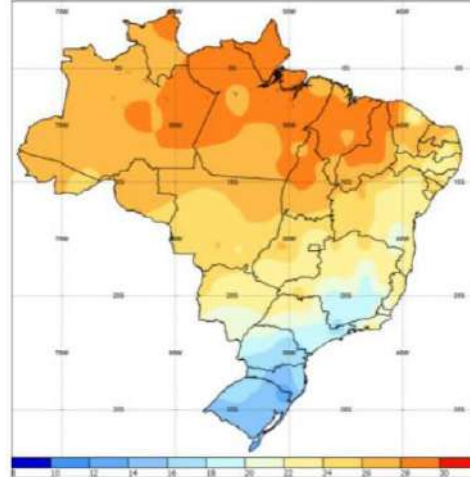
Junho



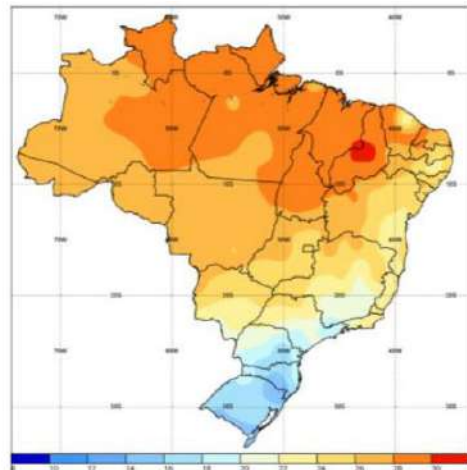
Julho



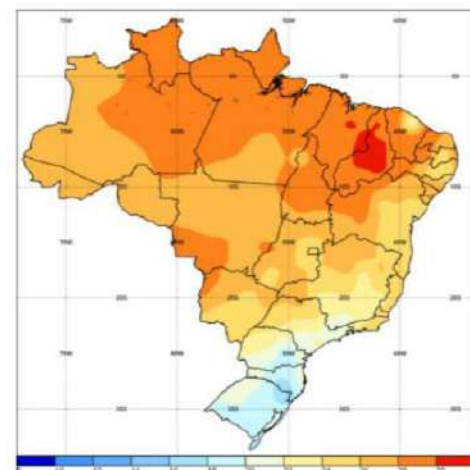
Agosto

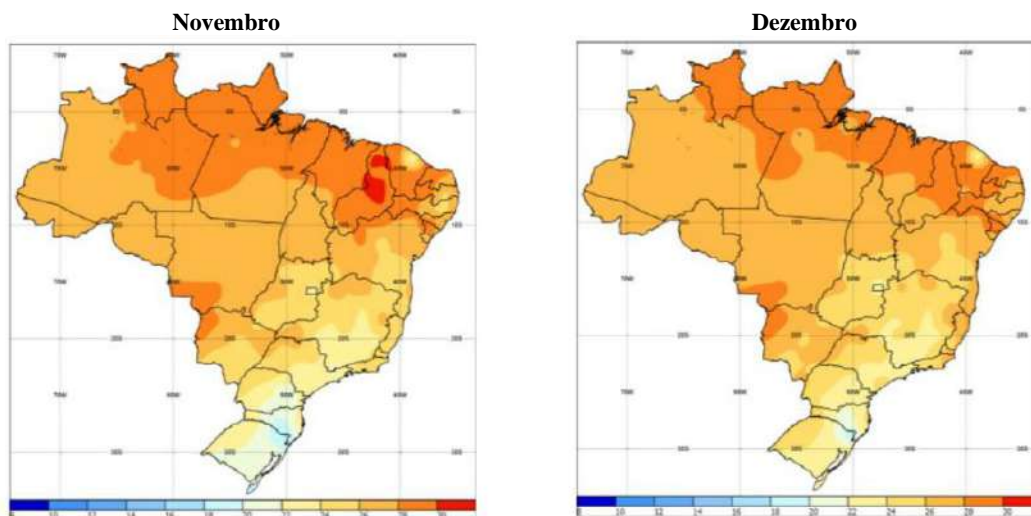


Setembro



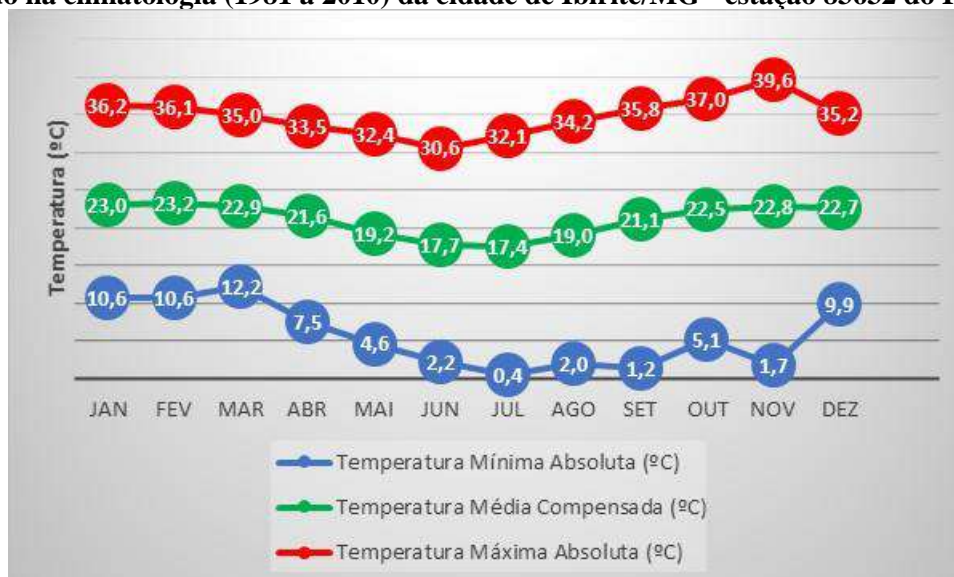
Outubro





Fonte: INMET (2021)

**Figura 11.3 - Temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para a cidade de Ibitaré-MG baseado na climatologia (1981 a 2010) da cidade de Ibitaré/MG - estação 83632 do INMET**



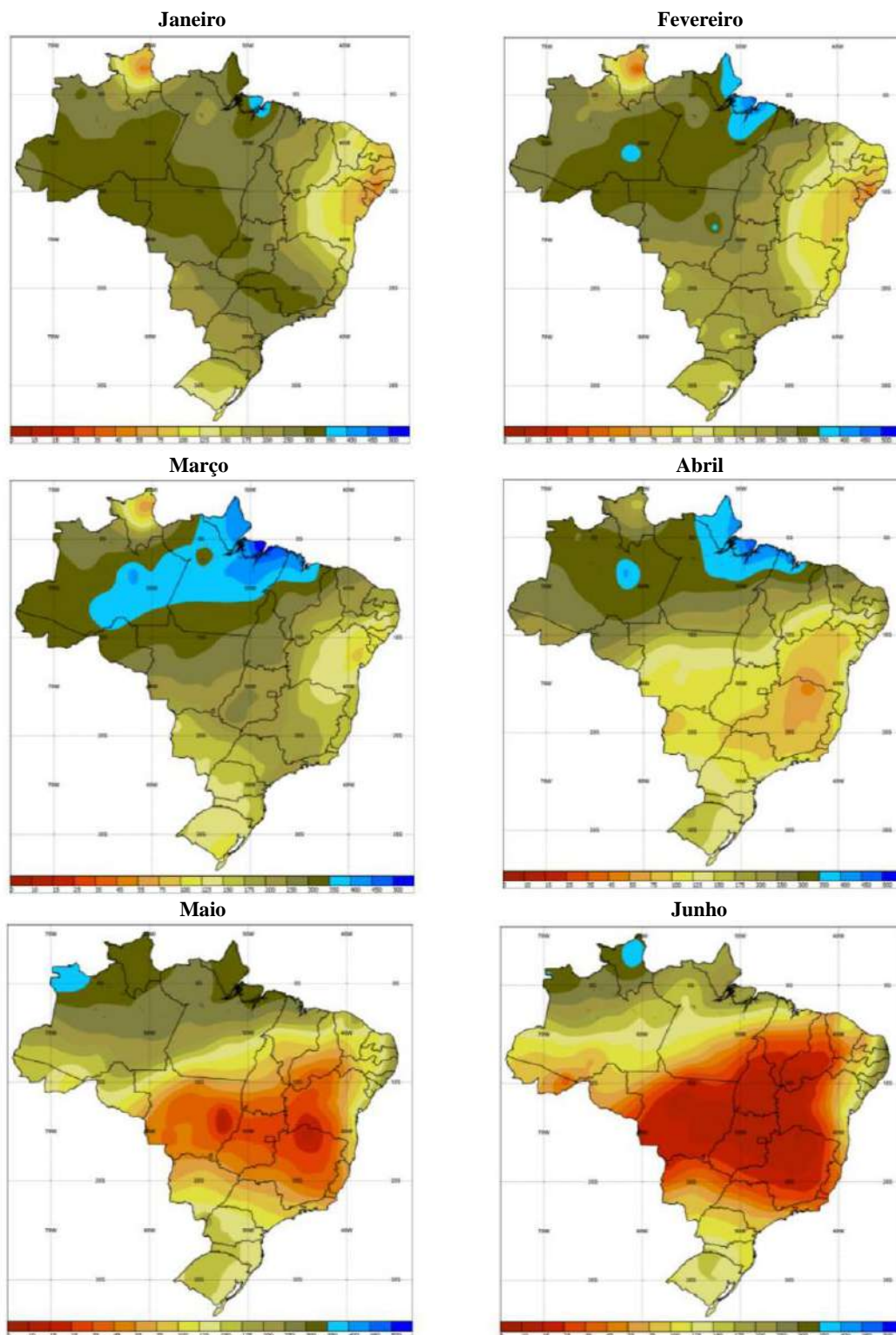
Fonte: INMET (2021)

### Precipitação

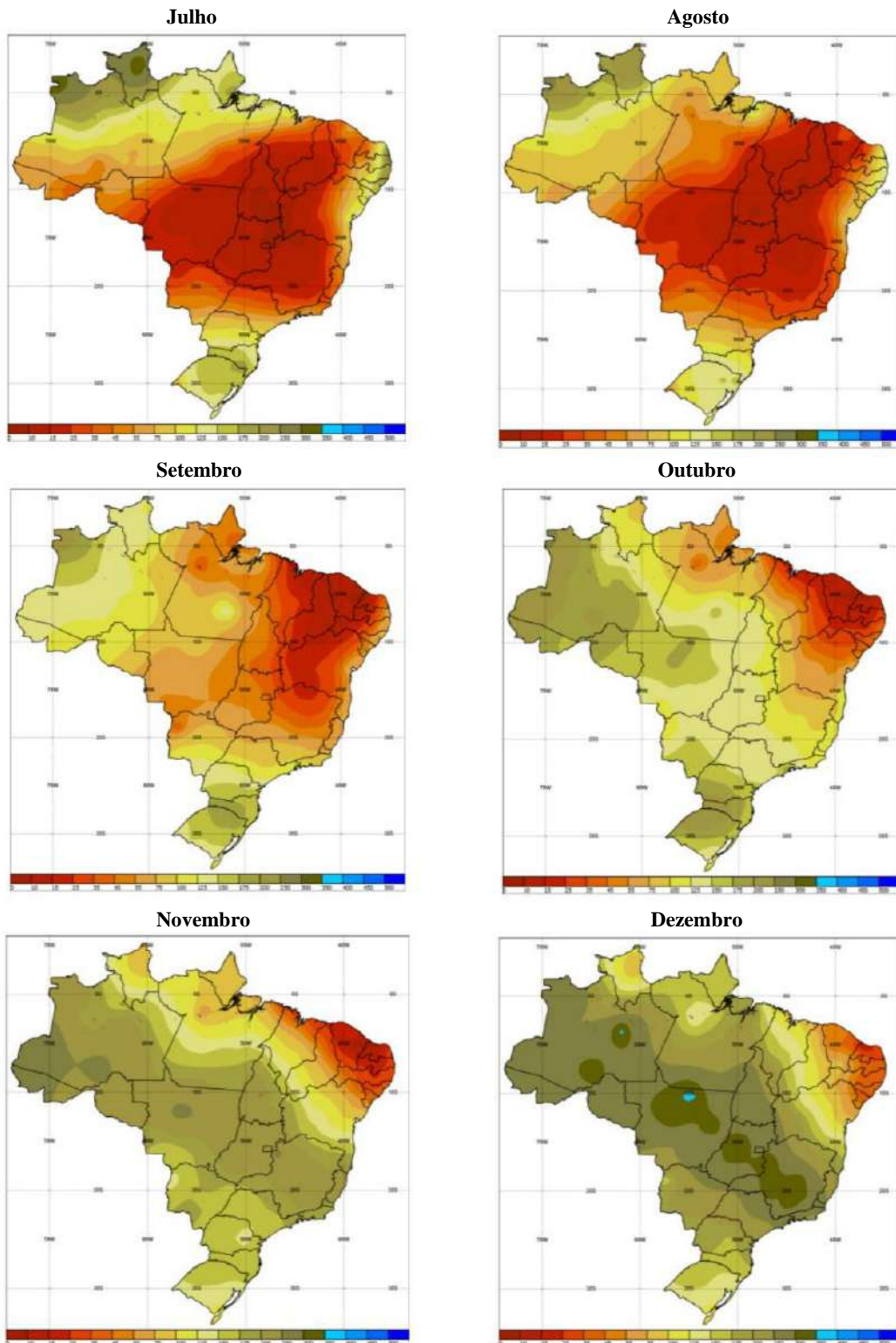
A Figura 11.4 apresenta a precipitação acumulada média mensal observada no Brasil no período de 1981 a 2010. A Figura 12.5, por sua vez, é a representação mensal do número de dias com precipitação acima de 50 mm. Já a avaliação da precipitação acumulada média mensal e precipitação máxima em 24h para a estação 83632 de Ibitaré/MG é apresentada na Figura 11.6. Pela Figura 11.6 observa-se uma tendência de registros de precipitações mais intensas entre os meses de novembro e abril. Os menores valores ocorrem entre junho e agosto. O maior acumulado médio mensal ocorre em dezembro com 349,9 mm e o menor em julho com 5,7 mm. O acumulado

médio mais significativo de dezembro ocorre devido a sistemas meteorológicos atuantes na região neste período, que serão apresentados no item 11.1.1.2.

**Figura 11.4 - Representação mensal da precipitação acumulada média mensal observada no Brasil no período de 1981 a 2010**

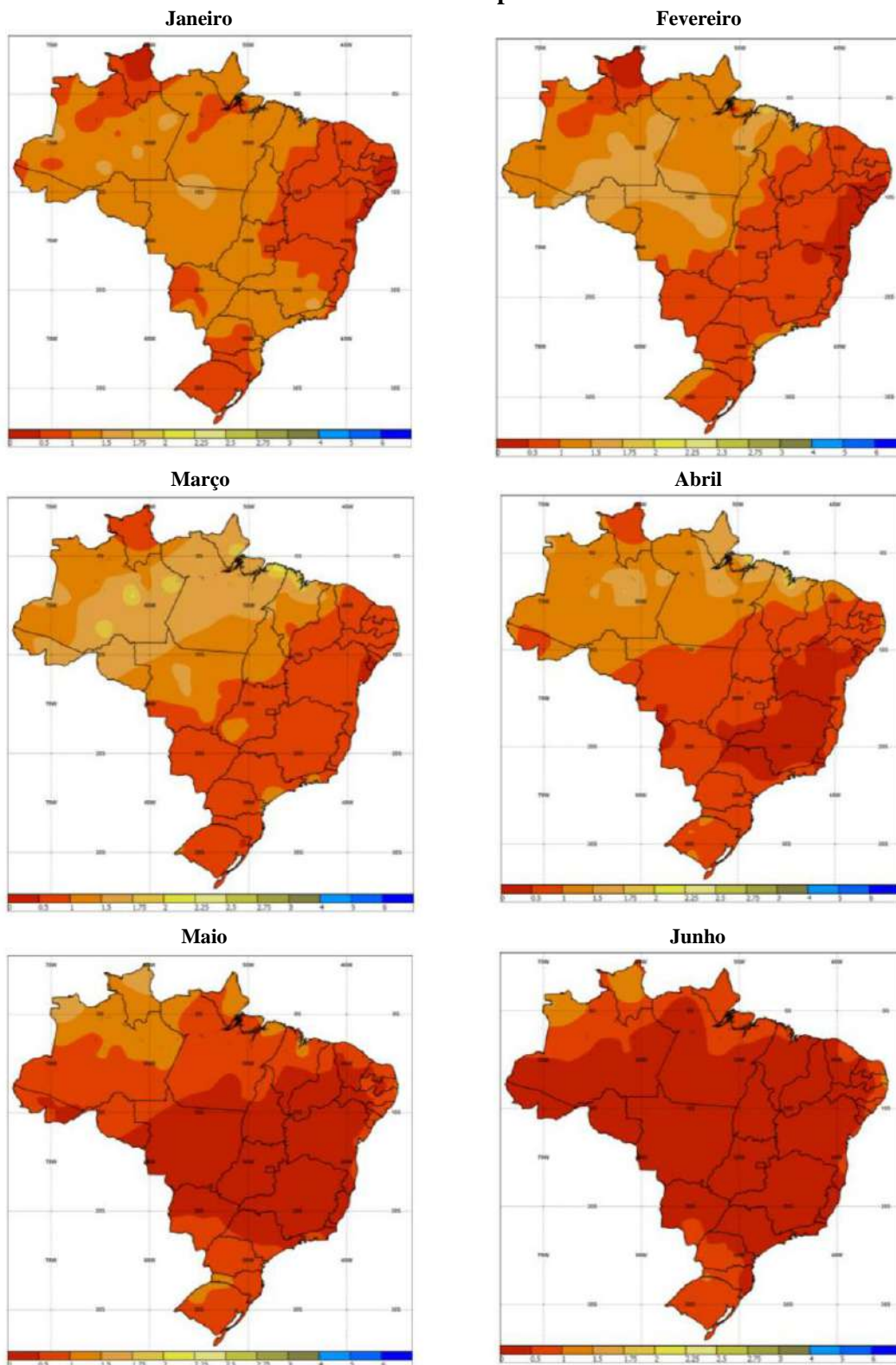


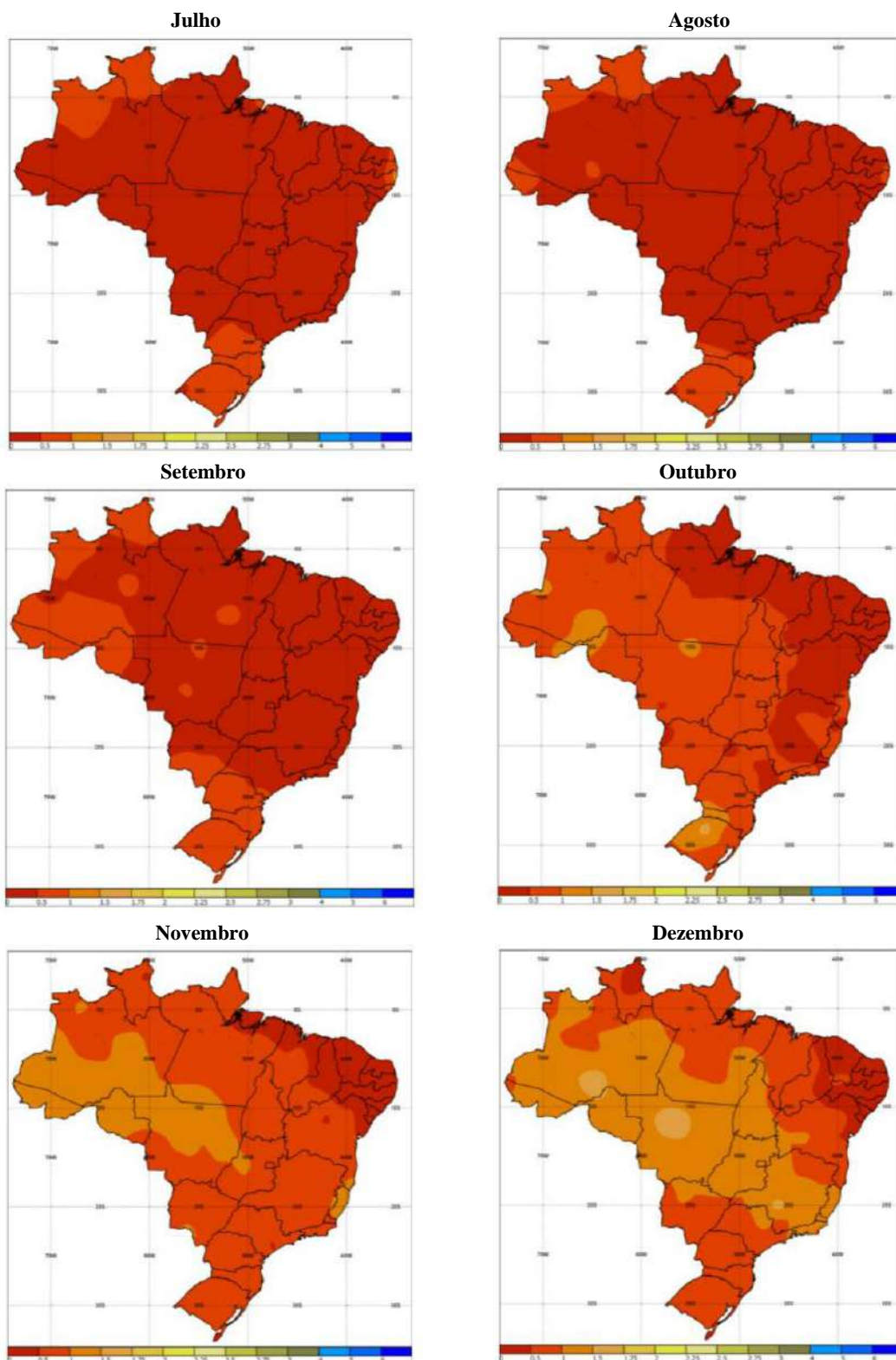




Fonte: INMET (2021)

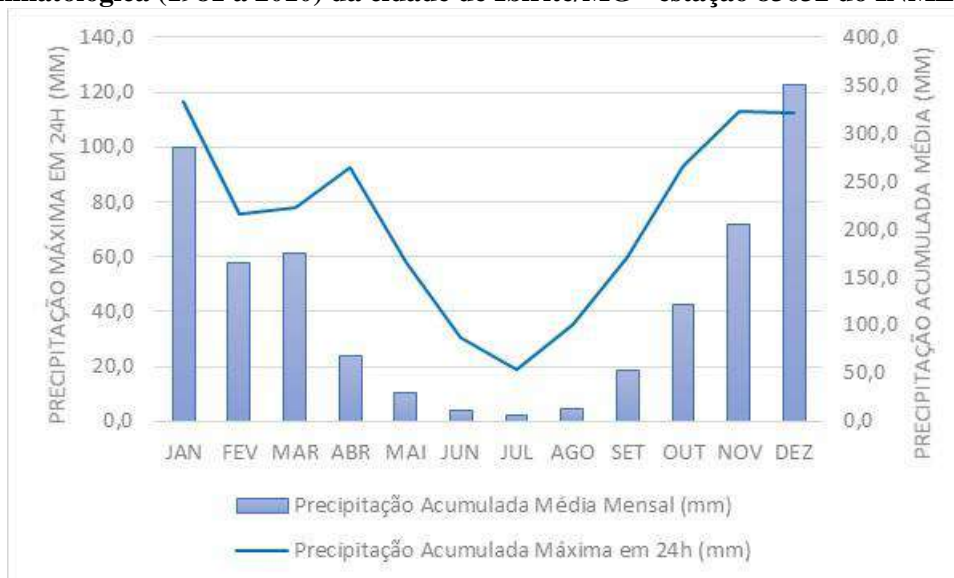
**Figura 11.5 - Representação mensal do número de dias com precipitação acima de 50 mm observada no Brasil no período de 1981 a 2010**





Fonte: INMET (2021)

**Figura 11.6 - Precipitação acumulada média mensal e precipitação máxima em 24h para a normal climatológica (1981 a 2010) da cidade de Ibitaré/MG - estação 83632 do INMET**



Fonte: INMET (2021)

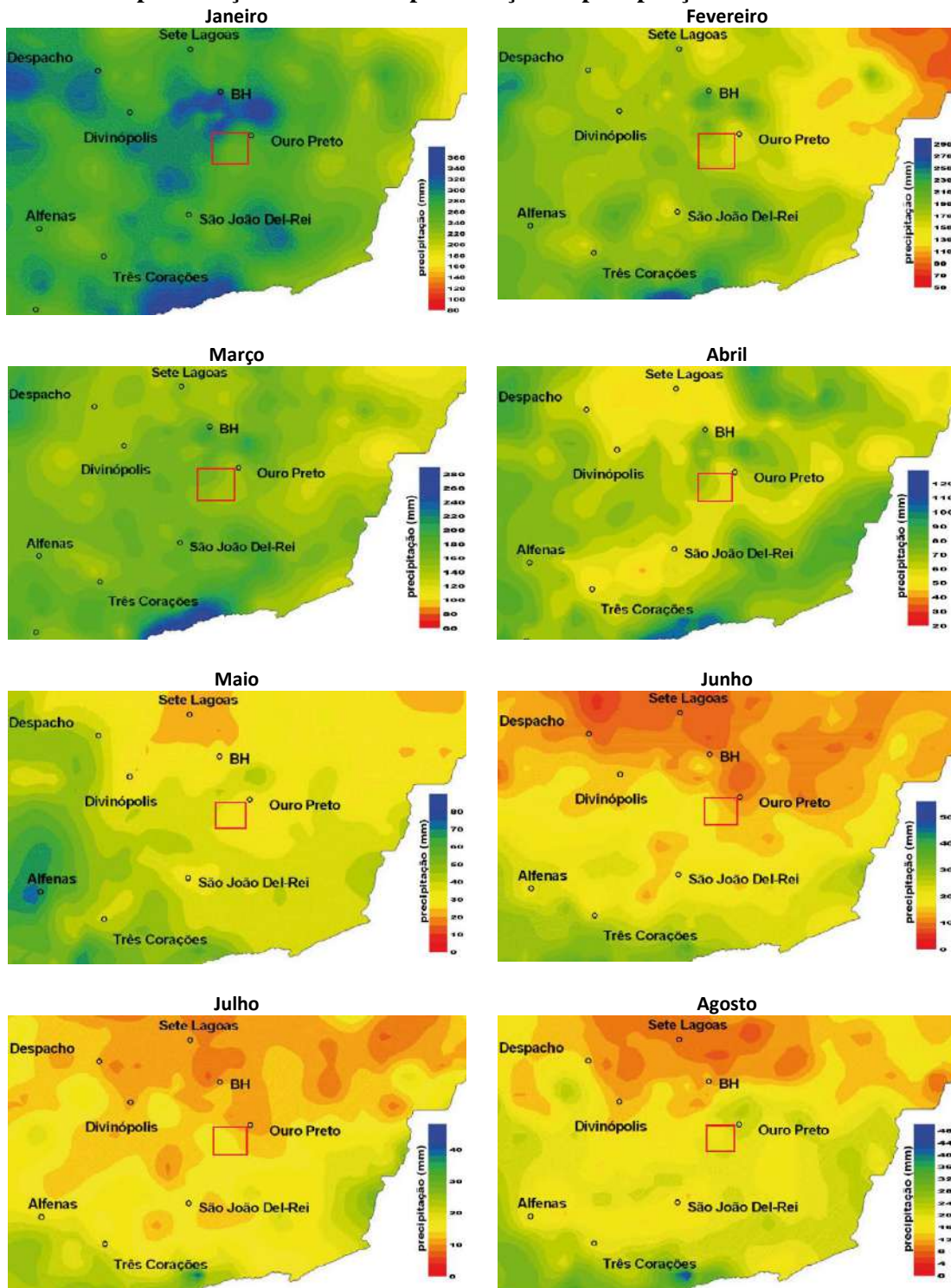
### ***Espacialização da Precipitação***

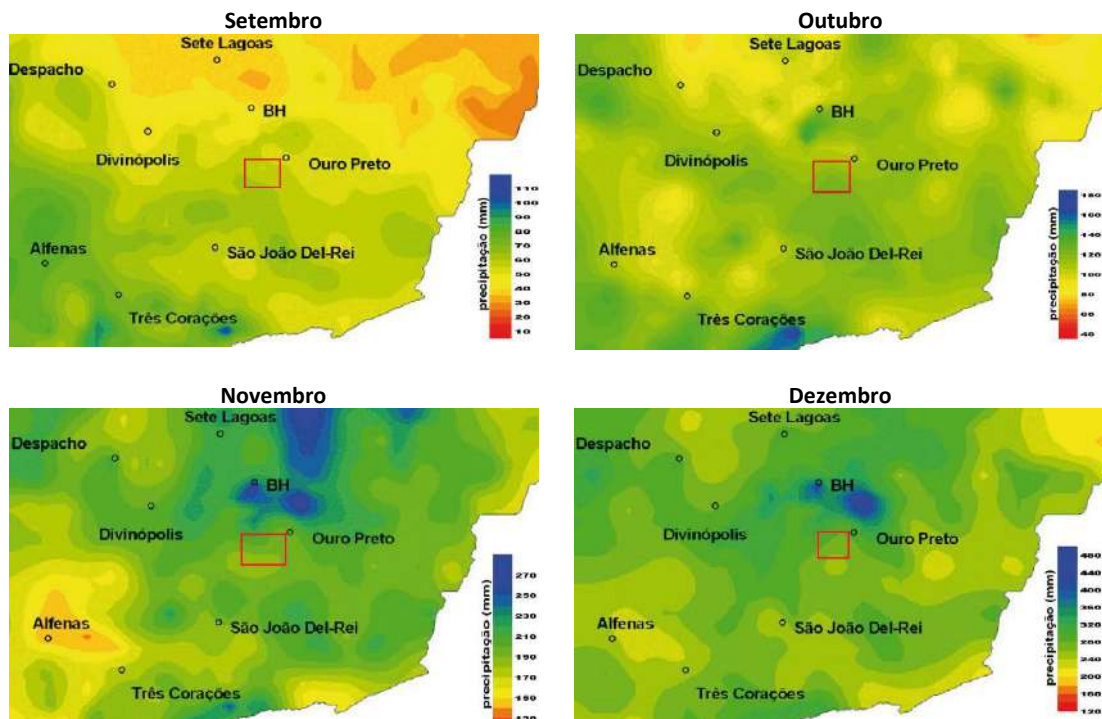
A Figura 11.7 retrata a espacialidade da precipitação pluviométrica para o estado de Minas Gerais, de acordo com o estudo feito por Guimarães (2010), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Tais mapas foram elaborados baseados nas séries históricas das redes pluviométricas monitoradas pela CEMIG, CPRM, IGAM, FURNAS e INMET, sendo que o período mínimo de avaliação foi 20 anos de forma a garantir a espacialização das informações em áreas com baixa disponibilidade de séries superiores a 30 anos. A região de estudo, LGA Mineração e Siderurgia S.A., está situada dentro do quadrado vermelho assinalado no mapa.

Observa-se que a maior distribuição da precipitação na região do empreendimento ocorre nos meses correspondentes ao verão do hemisfério sul, sendo eles dezembro a março. Observa-se também um período mais seco, entre os meses de maio e setembro, correspondente ao inverno do hemisfério sul.



Figura 11.7 - Representação mensal da espacialização da precipitação no estado de Minas Gerais





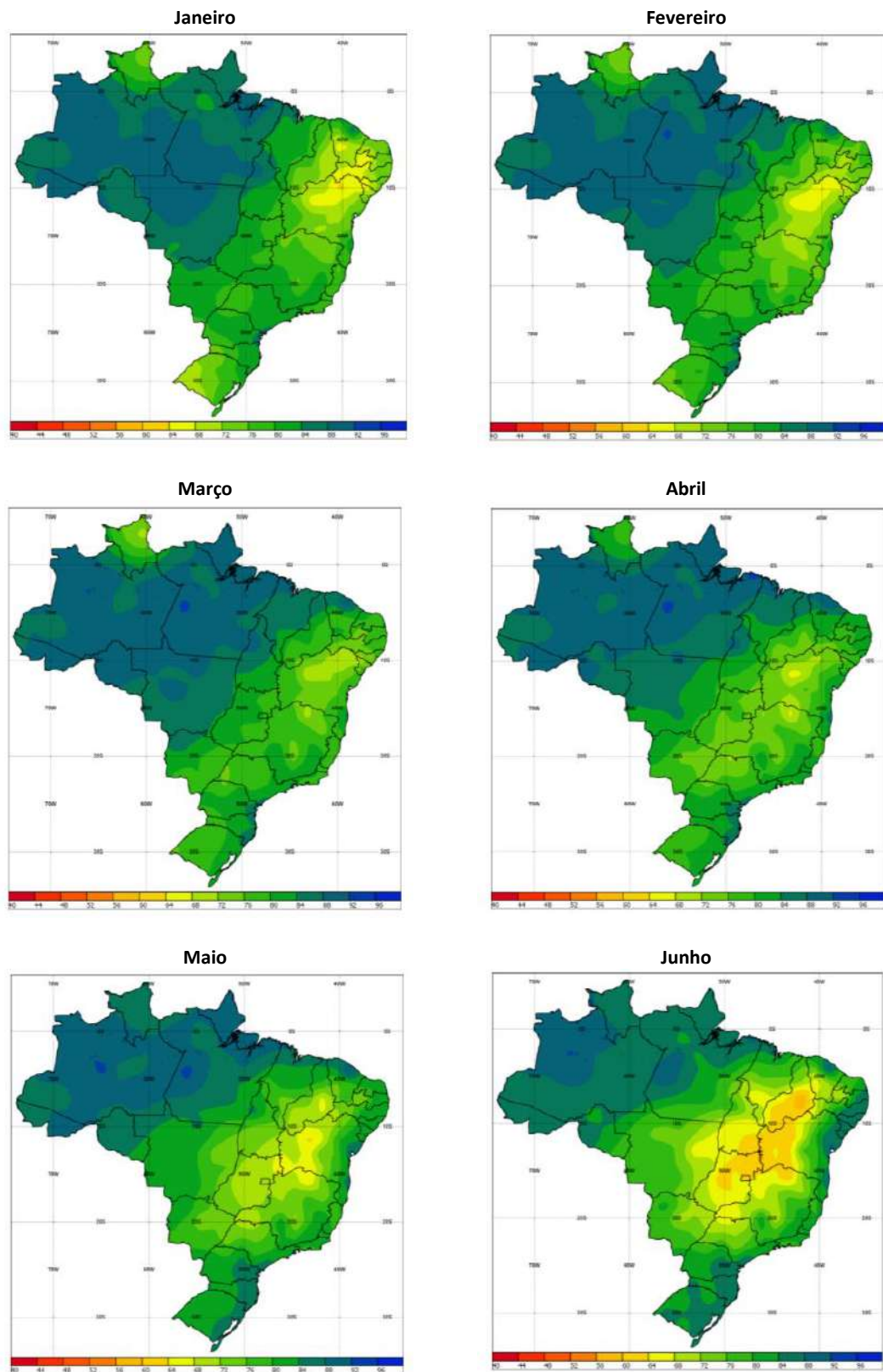
Fonte: GUIMARÃES (2010)

### *Umidade Relativa*

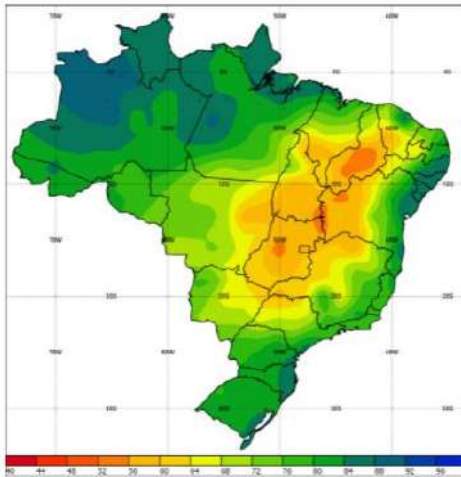
A Figura 11.8 apresenta a umidade relativa mensal observada no Brasil no período de 1981 a 2010. A Figura 11.9, por sua vez, é a avaliação da umidade relativa mensal para a estação 83632 de Ibitiré/MG. Por esta figura conclui-se que a região da LGA Mineração e Siderurgia S.A. apresenta alta umidade do ar em praticamente todos os meses do ano, com uma tendência de valores mais baixos entre julho e outubro. Este período de menor umidade relativa corresponde quase todo ao período seco, onde outubro marca o início da estação chuvosa e maio o início da estação seca. Em maio e junho ainda há umidade na atmosfera que mantém a umidade mais alta, porém sem maiores acumulados de precipitação. Em outubro, apesar de ser o início da estação chuvosa, ainda apresenta alguns dias com baixa umidade do ar devido ao ar seco que atua na região continental.



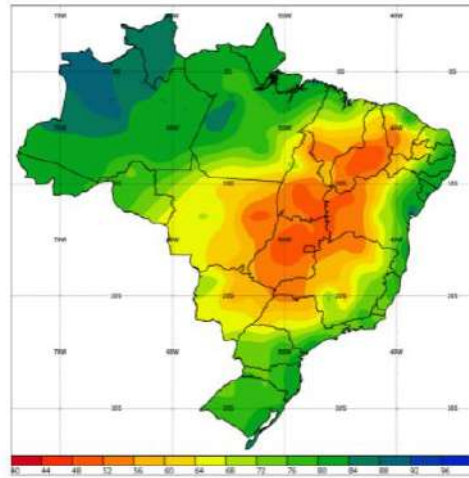
Figura 11.8 - Representação mensal da umidade relativa observada no Brasil no período de 1981 a 2010



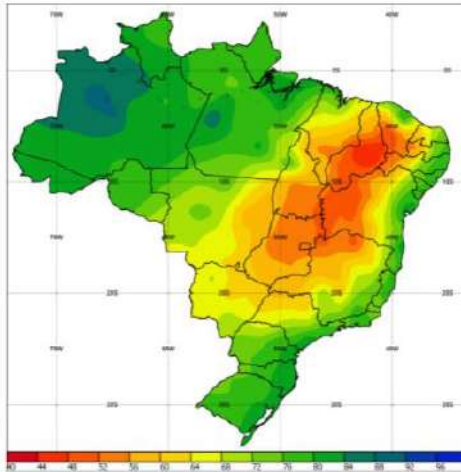
Julho



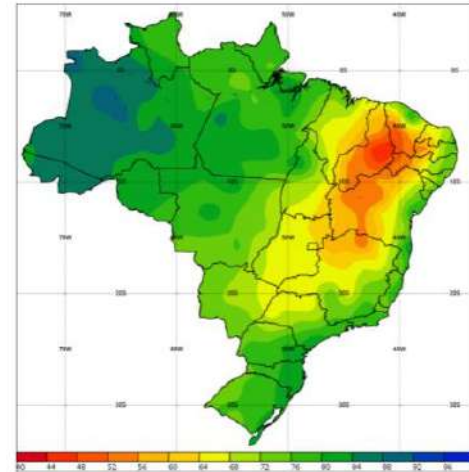
Agosto



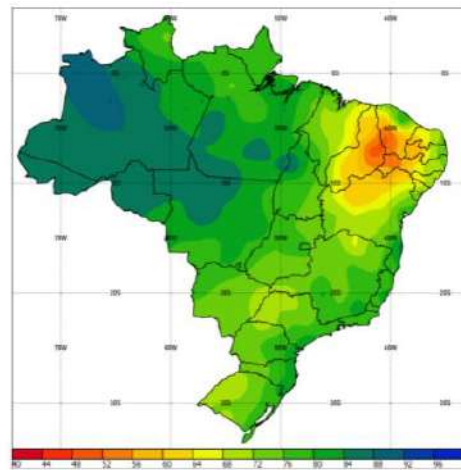
Setembro



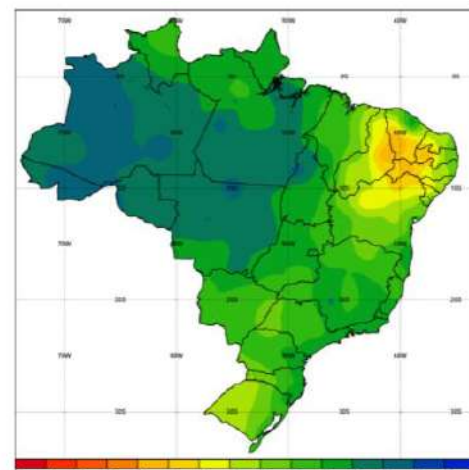
Outubro



Novembro

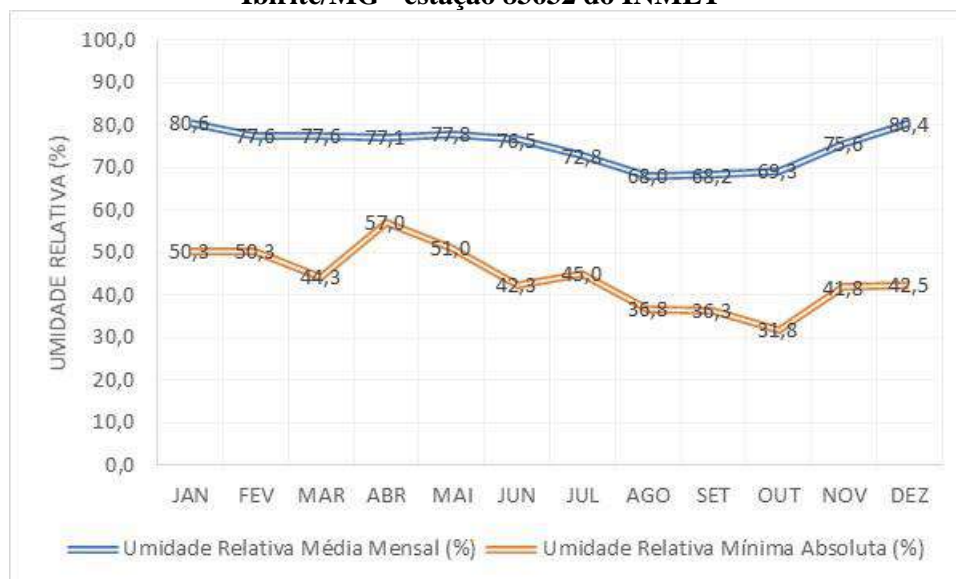


Dezembro



Fonte: INMET (2021)

**Figura 11.9 - Umidade Relativa mensal para a normal climatológica (1981 a 2010) da cidade de Ibitaré/MG - estação 83632 do INMET**



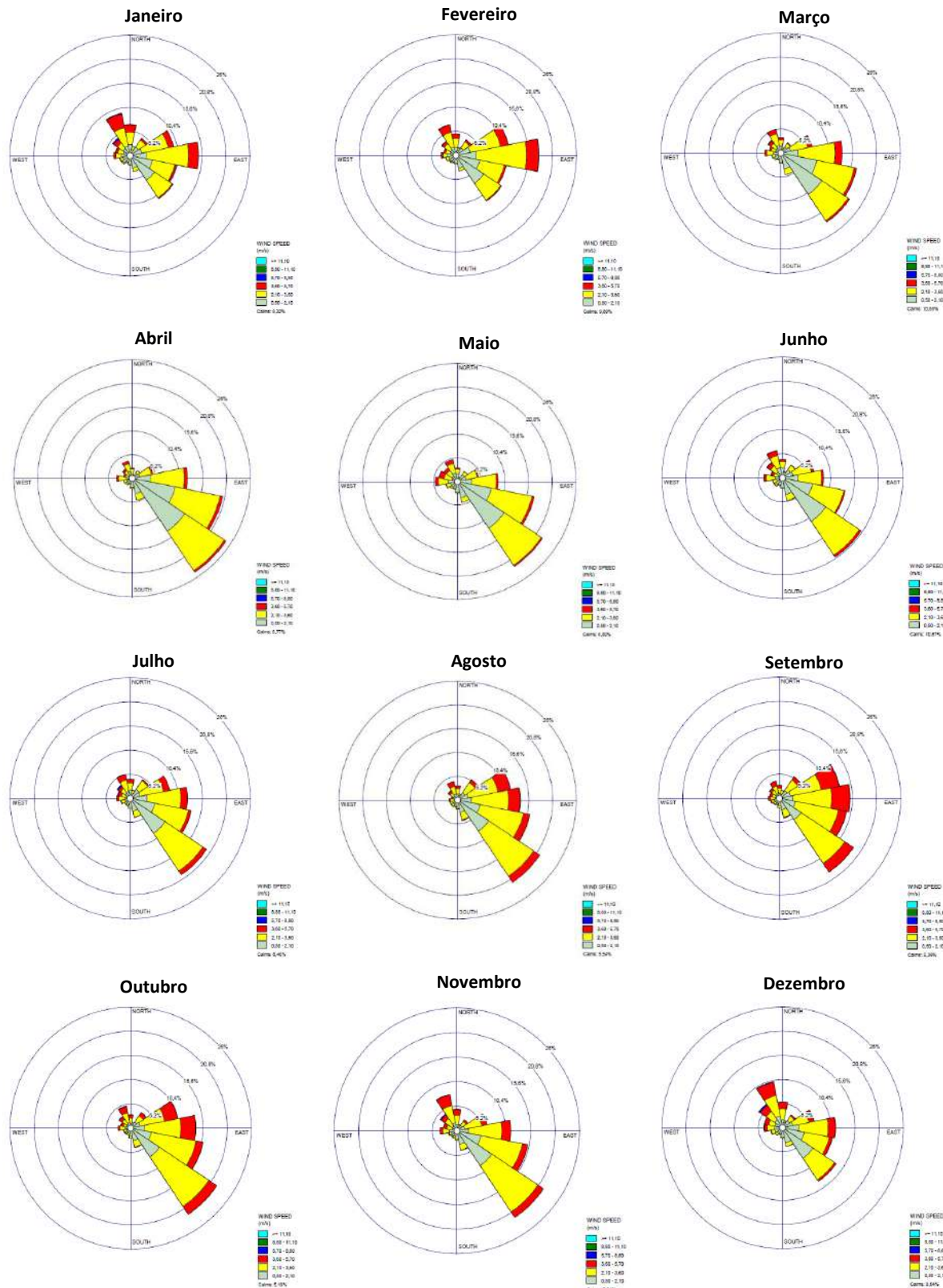
Fonte: INMET (2021)

### *Direção e Velocidade do Vento*

As Figuras 11.10 e 11.11 representam a análise climatológica da direção e velocidade do vento da região da LGA Mineração e Siderurgia S.A. obtidas pelos dados disponíveis da estação automática do INMET A513 localizada em Ouro Branco/MG devido à ausência de dados horários nas normais climatológicas da estação de Ibitaré/MG. É importante a representação horária destes parâmetros para ilustrar o comportamento dos ventos nas diversas escalas de espaço e tempo, por exemplo sistemas frontais e circulações locais. O período da geração dos gráficos é de julho de 2006 até novembro de 2021, sendo que possui aproximadamente 99,54% de dados disponíveis dentro deste período. Porém, salienta-se que os dados obtidos são horários, ou seja, de hora em hora.

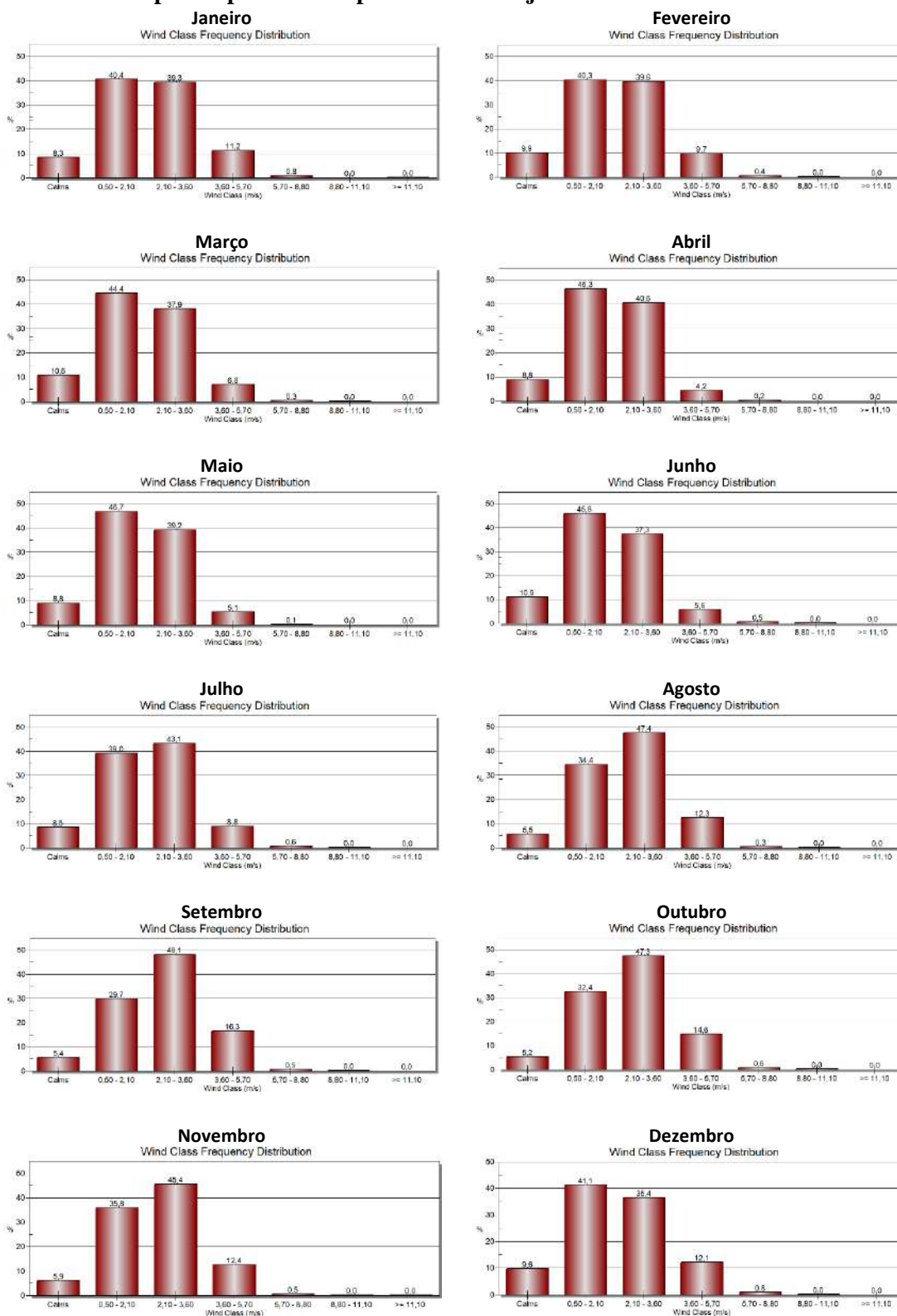


**Figura 11.10 - Representação mensal da rosa-dos-ventos obtida da estação A513 do INMET para o período entre julho de 2006 e novembro de 2021**



Fonte: INMET (2021)

**Figura 11.11 - Representação mensal da frequência de intensidade do vento obtida da estação A513 do INMET para o período compreendido entre julho de 2006 e novembro de 2021**



Fonte: INMET (2021)

Observa-se, portanto, que a direção que apresenta maior frequência anual na região é vinda de sudeste no período de março a dezembro, e de leste em janeiro e fevereiro. No inverno, sistemas de alta pressão que atuam no Oceano Atlântico aumentam a frequência dos ventos de sudeste devido a passagens de sistemas frontais. O mês que apresenta maior frequência de calmaria é junho com 10,9% e o que apresenta menor quantidade de ventos calmos é outubro com 5,2%. Os ventos calmos são definidos quando a velocidade do vento é inferior a 0,5 m/s.

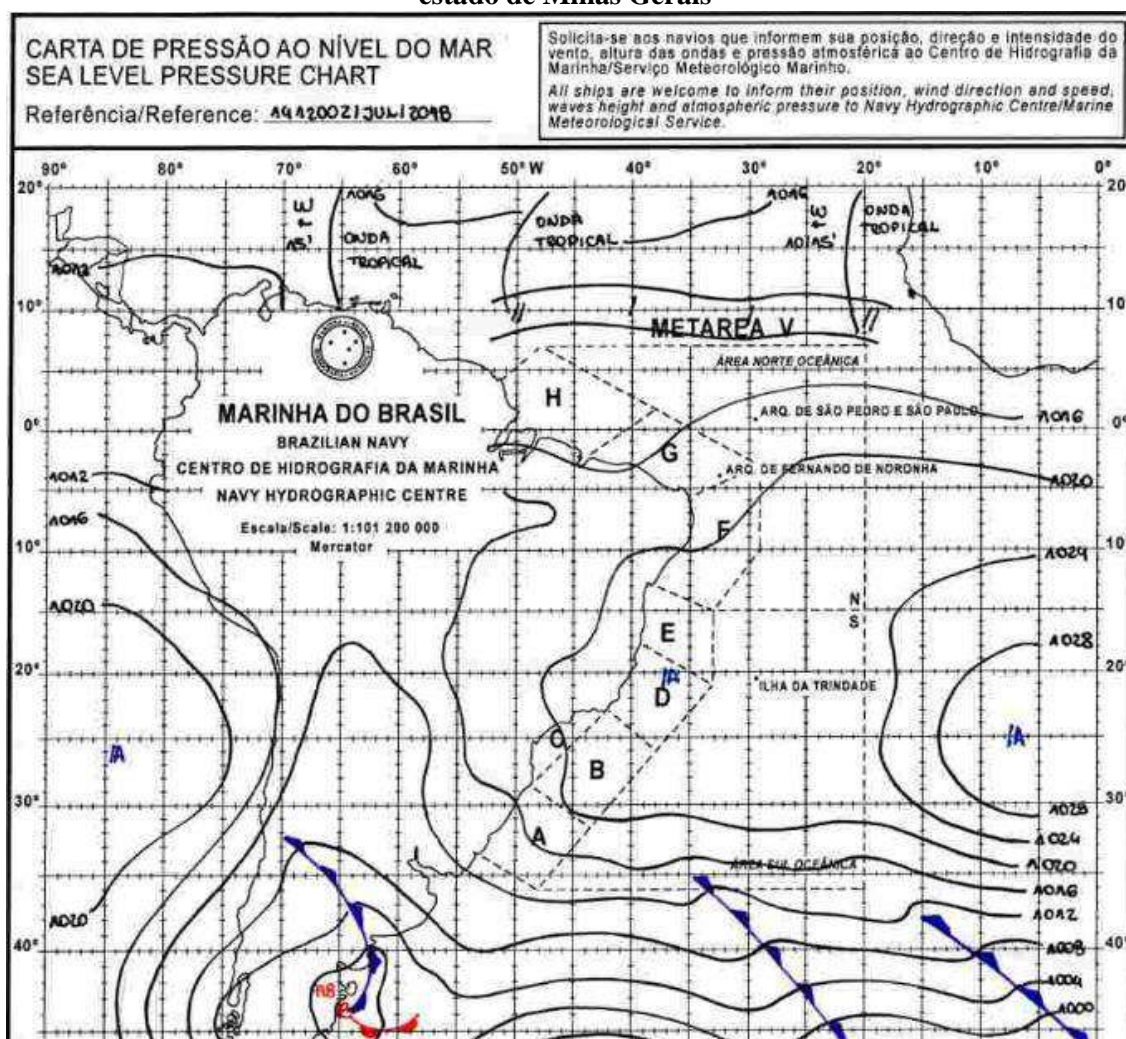
#### **11.1.1.2 Caracterização Meteorológica**

Na região da LGA Mineração e Siderurgia S.A. o principal sistema meteorológico atuante é a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que atua durante todo o ano. Este sistema consiste em uma região de alta pressão que possui centro no Oceano Atlântico e, devido à força de Coriolis, gira no sentido anti-horário por estar no hemisfério sul da Terra. É um sistema semi-permanente, ou seja, dependendo da condição atmosférica ele se move, porém está sempre presente. Especialmente no inverno, período de maior atuação, este sistema é responsável pelo fluxo úmido vindo do mar, muitas vezes acompanhado de nebulosidade, chegando até a região de estudo. Por vezes é responsável também por manter o céu claro, apresentando condições para o resfriamento noturno, registrando temperaturas mais baixas à noite e mais quentes durante o dia devido à baixa quantidade de vapor d'água na atmosfera, além de provocar o fenômeno da subsidência, que é o movimento vertical do ar de cima para baixo. As condições de tempo seco e subsidência deixam a atmosfera estável, dificultando a dispersão de poluentes.

A configuração sinótica mais frequente observada no inverno apresenta a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) bem atuante sobre o estado de Minas Gerais, conforme a Figura 11.12, do dia 14 de julho de 2018 plotada às 9h00 no horário de Brasília (MARINHA DO BRASIL, 2021). Na Figura 11.12 ela aparece com o centro no oceano, a leste da costa brasileira.



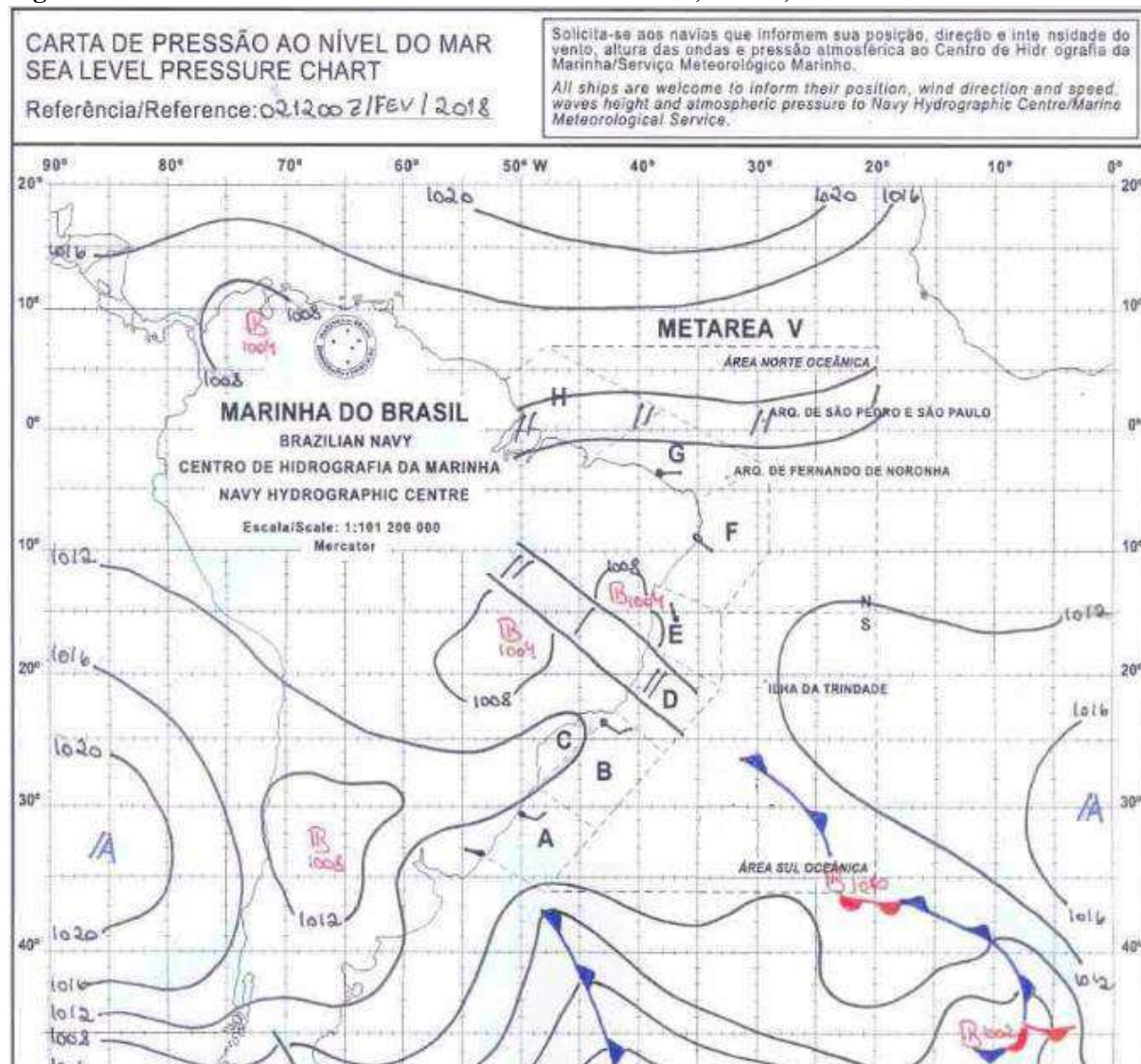
Figura 11.12 - Carta sinótica do dia 14 de julho de 2018 às 09h, exemplo de atuação da ASAS no estado de Minas Gerais



Fonte: MARINHA DO BRASIL (2021)

Outro sistema atuante é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Este sistema é diferente do anterior por manter a atmosfera instável, quase sempre com alta nebulosidade e presença de precipitações abundantes. A ZCAS é um fluxo úmido vindo de noroeste que carrega a umidade da Amazônia em direção ao Oceano Atlântico, passando por parte do país. Este sistema atua geralmente entre meados de primavera e verão, sendo responsável pelos maiores acumulados mensais de precipitação pluviométrica entre outubro e março. Na Figura 11.13 é apresentado um exemplo da carta sinótica do dia 2 de fevereiro de 2018, plotada às 10h no horário de Brasília de verão. Nela observa-se a ASAS enfraquecida e a região chamada de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre o estado de Minas Gerais.

Figura 11.13 - Carta sinótica do dia 2 de fevereiro de 2018, às 10h, sobre Estado de Minas Gerais

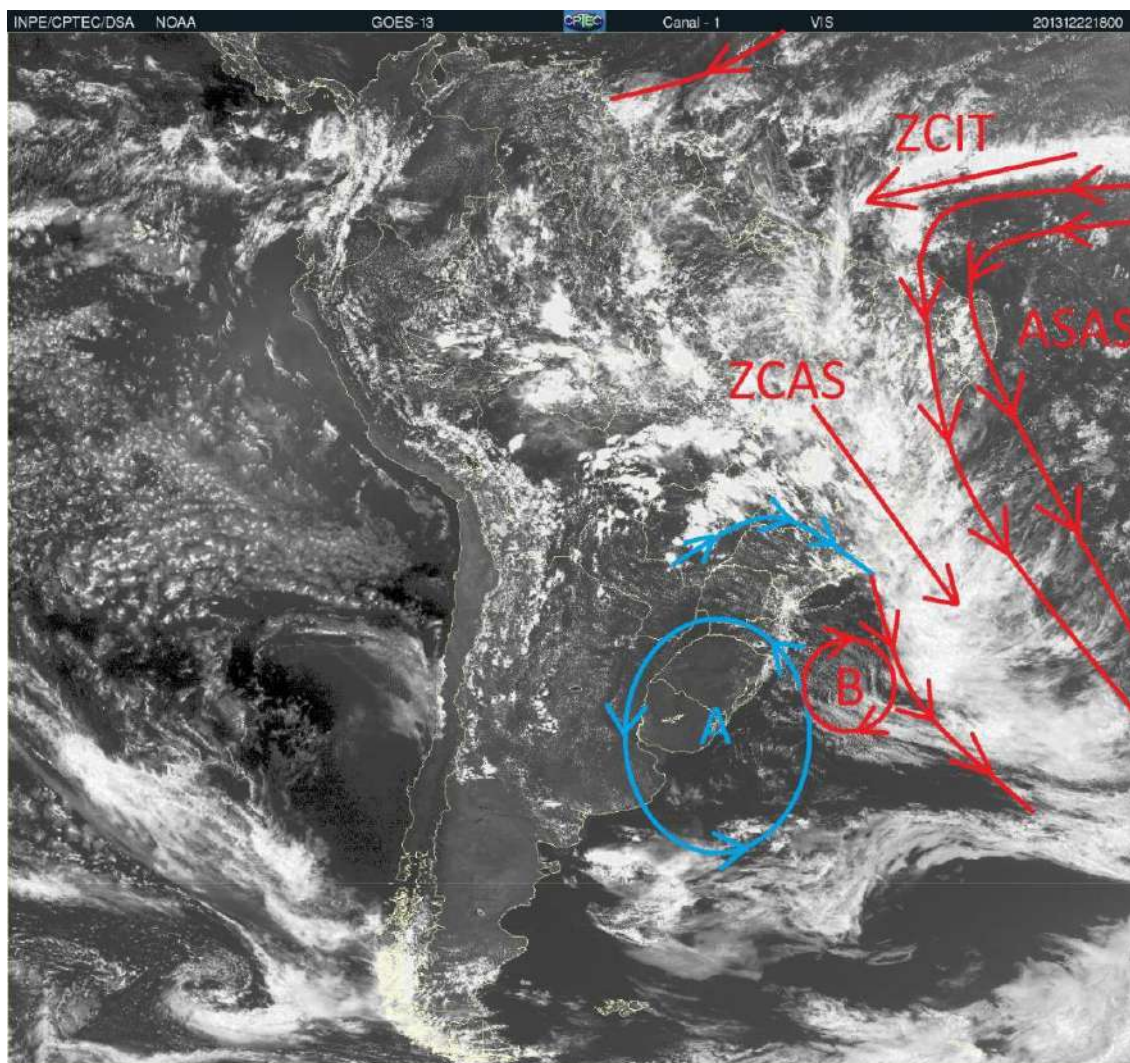


Fonte: MARINHA DO BRASIL (2021)

Na Figura 11.14 foram representados os sistemas que atuam sobre o continente e sobre o estado de Minas Gerais em uma condição chuvosa. O exemplo foi de uma configuração de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e sua atuação, também indicada na carta sinótica acima. Embora estejam em dias diferentes, não há interferência nos resultados, visto que representam configuração sinótica semelhante. A imagem de satélite visível ilustra o histórico volume de chuva ocorrido no final do mês de dezembro de 2013, onde provocou diversas enchentes no estado mineiro, por acumular em alguns pontos até 800 mm de chuva. Além da ZCAS, aparece também a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), a ASAS (Alta Subtropical do Atlântico Sul), uma região de baixa pressão atmosférica (B) e uma região de alta pressão (A), denominada Alta Polar Móvel, embora enfraquecida.



Figura 11.14 - Imagem de satélite do canal visível para o dia 23 de dezembro de 2013, às 16h – horário de Brasília de verão



Fonte: INPE (2021)

Um terceiro sistema é o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), que é uma região de circulação de ventos em sentido horário devido à força de Coriolis e por estar no hemisfério sul, situado em níveis superiores da atmosfera (por volta de 10-15 km de altura). Também causa precipitação, porém em menor área em relação à ZCAS. A semelhança é que este sistema também atua no verão em conjunto com a Alta da Bolívia (AB), outro sistema que pode atuar na região, também com características de manter a atmosfera instável. A diferença é que, geralmente, a AB se forma em meados de outubro e o VCAN costuma aparecer no final da primavera.

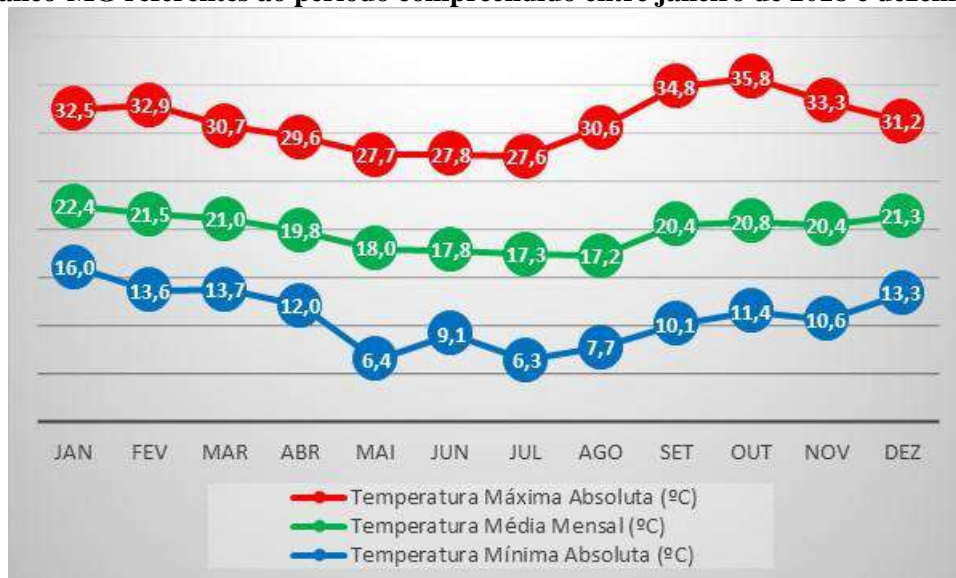
No outono e no inverno as frentes-frias se apresentam com maior frequência na bacia do Rio São Francisco podendo causar precipitação, diminuição da temperatura e aumento da nebulosidade. Estes sistemas são formados pelo choque entre o ar polar vindo de sul com o ar quente tropical, predominante na região da LGA Mineração e Siderurgia S.A. Observa-se as frentes frias através de imagens de satélite, onde aparece uma banda de nebulosidade em sentido oeste-leste ou noroeste-sudeste, sendo que antes da passagem deste sistema a atmosfera apresenta uma condição chamada de pré-frontal, onde as temperaturas são mais altas e o vento sopra de quadrante norte, por vezes podendo apresentar temperaturas mais elevadas até no período noturno. Durante a passagem do sistema, há o aumento da nebulosidade, presença de precipitação (nem sempre) e a mudança do vento de norte a sul, girando pelo lado oeste. Após a passagem, o vento sopra de quadrante sul e há o declínio da temperatura, acompanhado de chuviscos e, com o passar do tempo, da diminuição da nebulosidade e da diminuição também da umidade do ar.

#### *Análise de dados meteorológicos dos últimos três anos (2018-2020)*

Para esta análise, foi também considerada a estação automática do INMET A513 instalada no município de Ouro Branco/MG. A estação A513 difere da estação convencional instalada em Ibitaré/MG utilizada nos itens anteriores por registrar dados meteorológicos de hora em hora, ou seja, de forma horária, sendo que a estação convencional registra dados em apenas três horas por dia. Todavia, na caracterização climática do item 11.1.1.1, foi utilizada a estação convencional por possuir 30 anos de dados, sendo que a automática possui no máximo 15 anos de dados por ter sido instalada em 2006.

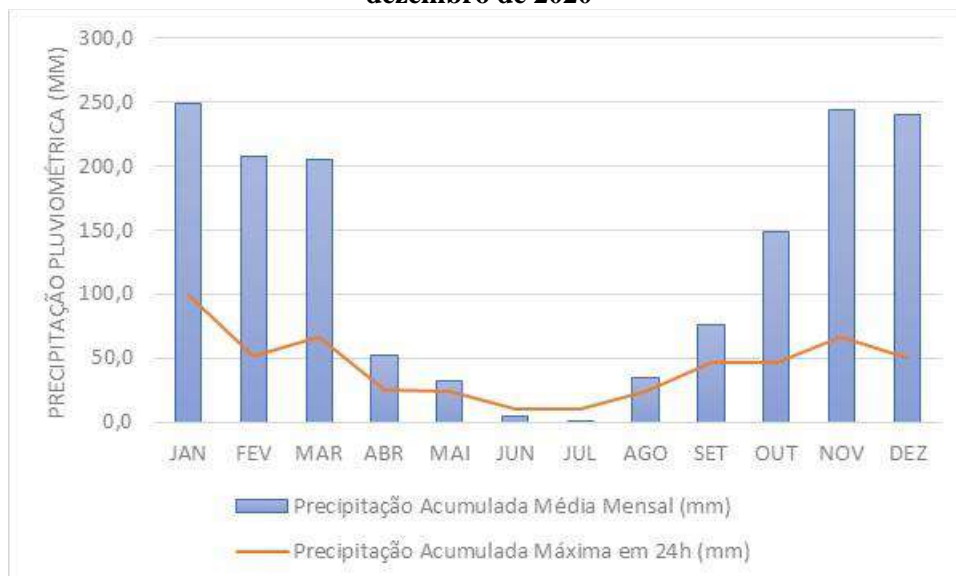
O município de Ouro Branco/MG possui fronteira com Congonhas/MG, onde está a LGA Mineração e Siderurgia S.A. A estação A513 é a estação meteorológica mais próxima do local de estudo, com dados mais recentes, que possui registro horário de dados.

**Figura 11.15 - Representação das Temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para a cidade de Ouro Branco-MG referentes ao período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020**



Fonte: INMET (2021)

**Figura 11.16 - Representação da Precipitação acumulada média mensal e precipitação máxima em 24h para a cidade de Ouro Branco-MG referentes ao período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020**



Fonte: INMET (2021)

**Figura 11.17 - Representação da umidade relativa média mensal e umidade relativa mínima absoluta de Ouro Branco-MG referentes ao período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020**



Fonte: INMET (2021)

De acordo com os gráficos, observa-se um comportamento similar destes parâmetros em relação às Normais Climatológicas calculadas pelo INMET, porém, apresenta algumas diferenças que ocorrem devido à diferença entre os dois locais de instalação das estações e, também, ao fato de que a estação A513 coletar dados em todas as horas do dia. Portanto, a estação A513 deve representar melhor o ciclo diurno enquanto que a estação convencional de Ibitaré/MG deve representar melhor o clima local por fornecer 30 anos de dados. O período de trinta anos é importante para a representação climática por conter os fenômenos de escalas menores e maiores, como por exemplo, frentes-frias (escala de dias), Ciclo Solar e/ou Oscilação Decadal do Pacífico (escala de dez anos), fenômenos estes que influenciam diretamente no comportamento do clima e tempo local.

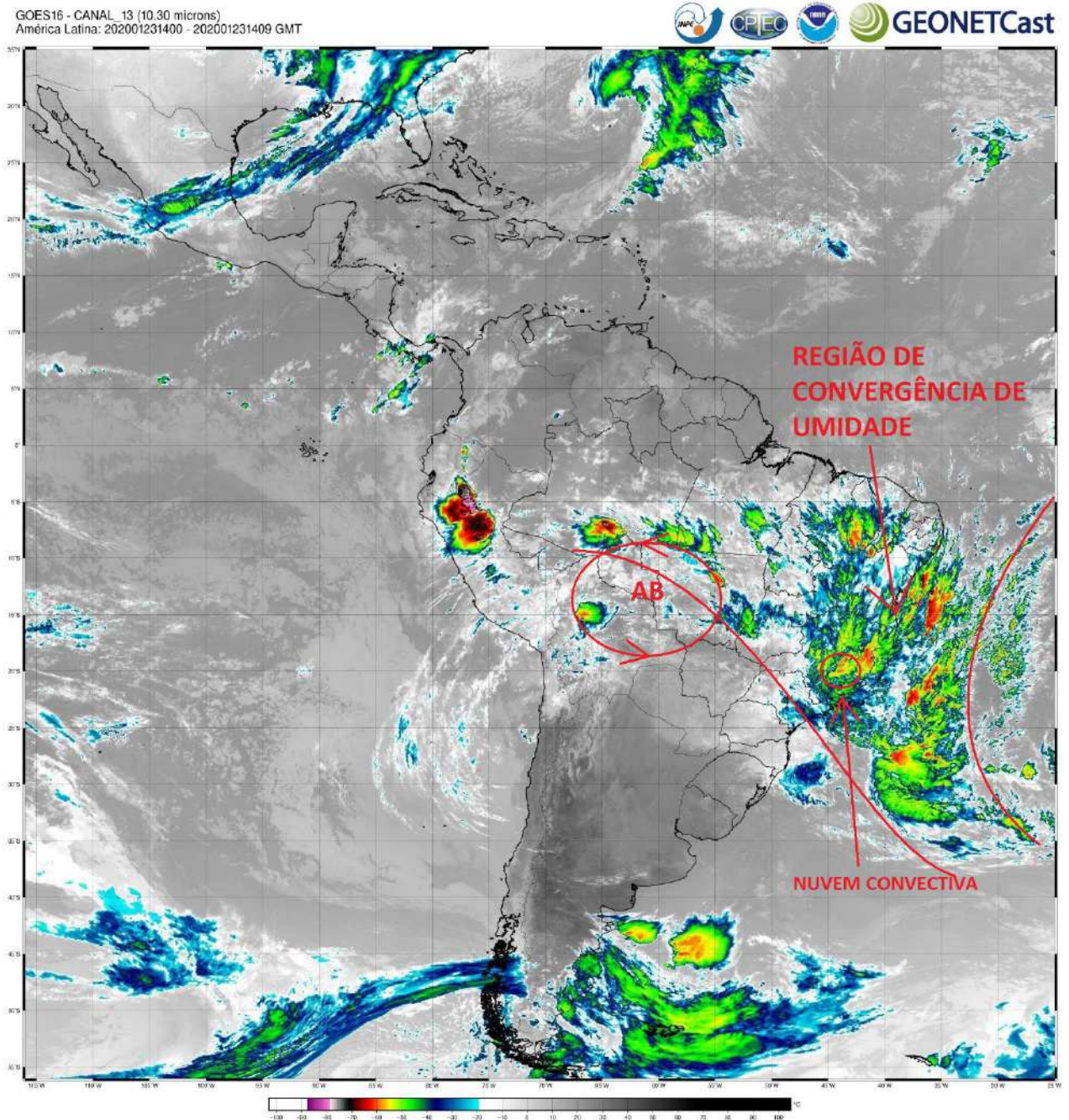
Observa-se pela Figura 11.16 um período mais seco, entre os meses de abril e setembro, e um período mais chuvoso, de outubro a março. Observa-se, também, que os meses de maio e agosto apresentam os menores valores de umidade relativa mínima absoluta e o mês de setembro apresenta o menor valor de umidade relativa média (Figura 11.17), e o maior valor de temperatura máxima absoluta foi observado no mês de outubro (Figura 11.15). A partir do mês de agosto o sol já incide com maior intensidade sobre a região, apesar de ser meados de inverno, e há a atuação do sistema de alta pressão subtropical (ASAS) mencionado nos itens anteriores. Neste período do ano a ASAS mantém o tempo estável, com baixa umidade e céu claro com maior frequência, além de induzir o ar em movimento vertical de cima para baixo. Este fenômeno chama-se subsidência. Quando o ar se movimenta desta forma sofre compressão adiabática (sem troca de calor) devido ao aumento da



pressão atmosférica, aquecendo-o e, aliado com a radiação solar mais intensa e fluxos vindos de regiões mais quentes, provoca aumento na temperatura.

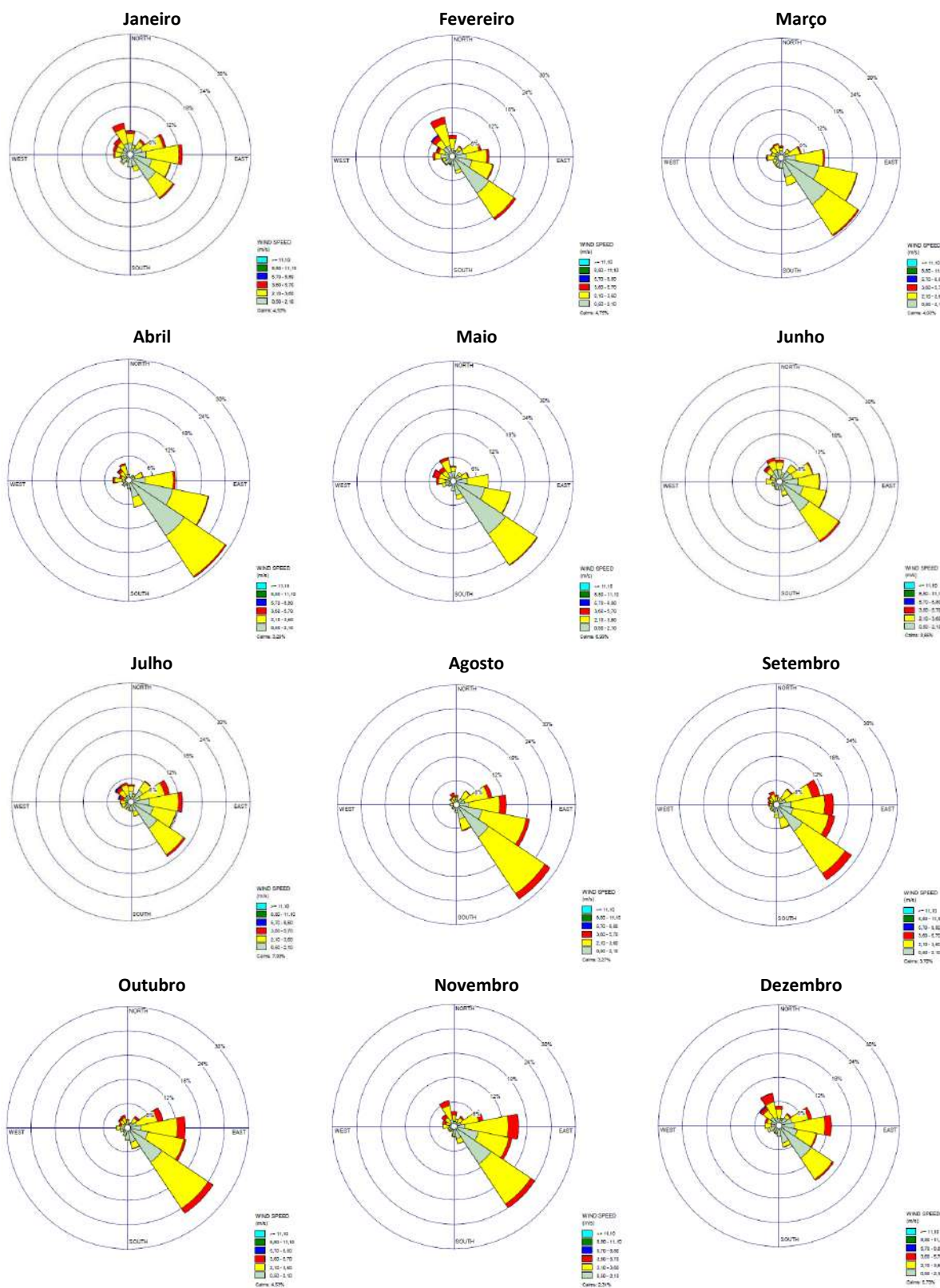
O maior valor de precipitação (Figura 11.16) ocorre no mês de janeiro, quando o fluxo de umidade vindo da Amazônia é mais intenso sobre a região. Este fluxo, chamado ZCOU (Zona de Convergência de Umidade) ou ZCAS provoca grandes volumes de precipitação pluviométrica devido à convergência do ar quente e úmido em superfície e em baixos níveis da atmosfera, favorecendo a formação e manutenção de nuvens carregadas, porém, o mês de dezembro é o que registrou o maior acumulado em 24 horas. A Figura 11.18 ilustra o quadro atmosférico do dia que registrou maior acumulado em 24h - 23/01/2020 à 11h (horário local) - sendo este o horário de maior volume de precipitação acumulada em 24h registrado neste dia. O círculo vermelho contém a região convectiva responsável pelo acumulado de 99,2 mm registrado no horário da imagem de satélite, sendo que o local se encontra sob atuação da ZCOU neste dia, com o auxílio da Alta da Bolívia (AB).

Figura 11.18 - Imagem de satélite do canal visível para o dia 23 de janeiro de 2020, à 11h – horário de Brasília



A Figura 11.19 apresenta as rosas-dos-ventos e a Figura 11.20 a frequência de velocidade do vento (m/s) para os doze meses do ano extraídas dos dados fornecidos pela estação A513 para o período entre 2018 e 2020. Observa-se um comportamento similar da direção e da velocidade do vento entre o período de 2018 a 2020 quando comparado com o período mencionado e analisado no item 11.1.1.1. Em todos os meses há a predominância do vento de direção sudeste, com o aumento da velocidade entre final do inverno e meados de primavera.

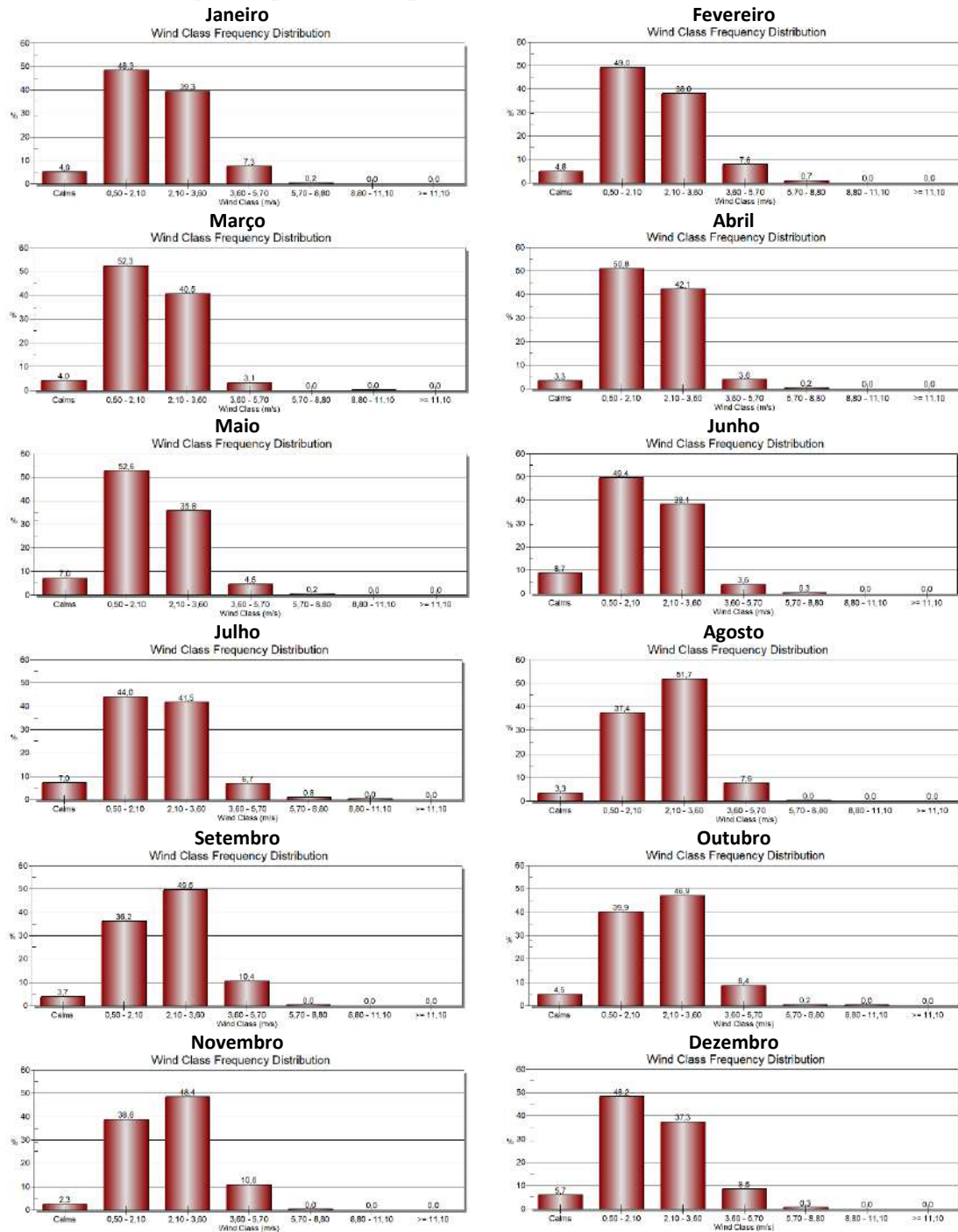
Figura 11.19 - Representação mensal da rosa-dos-ventos obtida da cidade de Ouro Branco/MG para o período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020



Fonte: INMET (2021)



**Figura 11.20 - Representação mensal da velocidade do vento (m/s) obtida da cidade de Ouro Branco/MG para o período compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2020**



Fonte: INMET (2021)

### 11.1.2 Qualidade do Ar

As campanhas de monitoramento de qualidade do ar foram realizadas pelo laboratório SEGMA – Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda., sendo os relatórios técnicos



elaborados por este laboratório apresentados no **Anexo 03 – Relatórios de Monitoramento Ambiental**.

O laboratório SEGMA é devidamente creditado, isto posto, todas as medições foram realizadas considerando as principais normas e legislações aplicáveis.

#### *Metodologia da Avaliação da Qualidade do Ar*

O laboratório responsável pela avaliação de qualidade do ar é devidamente creditado e, portanto, realizou as medições considerando as principais normas e legislações aplicáveis. Como referências para a realização dessas amostragens foram adotadas as principais normas da ABNT, Resolução nº 491 de 19 de novembro de 2018 do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente e Deliberação Normativa COPAM nº 01 de 26 de maio de 1981.

A metodologia utilizada considerou as seguintes normas:

- ABNT NBR 9.547:1997 - Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente - Determinação da Concentração Total pelo Método do Amostrador de Grande Volume;
- ABNT NBR 13.412:1995 - Material Particulado em Suspensão na Atmosfera - Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis pelo Método Amostrador de Grande Volume Acoplado ao Separador Inercial de Partículas;

O monitoramento de Partículas Totais em Suspensão foi realizado através do Amostrador de Grande Volume (AGV – PTS), por período de amostragem de 24 horas, conforme procedimento constante na NBR 9.547:1997 da ABNT.

O monitoramento de Material Particulado (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) foi realizado por período de amostragem de 24 horas, conforme procedimento constante na NBR 13412:1995 da ABNT, por meio dos amostradores de Grandes Volumes AGV PM<sub>10</sub> e AGV PM<sub>2,5</sub>.

A comparação dos resultados foi feita com o Limite de Tolerância estabelecido pela Resolução CONAMA 491/18 que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, em específico para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão e Material Particulado (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>).

### ***Pontos de Amostragem e Período de Monitoramento***

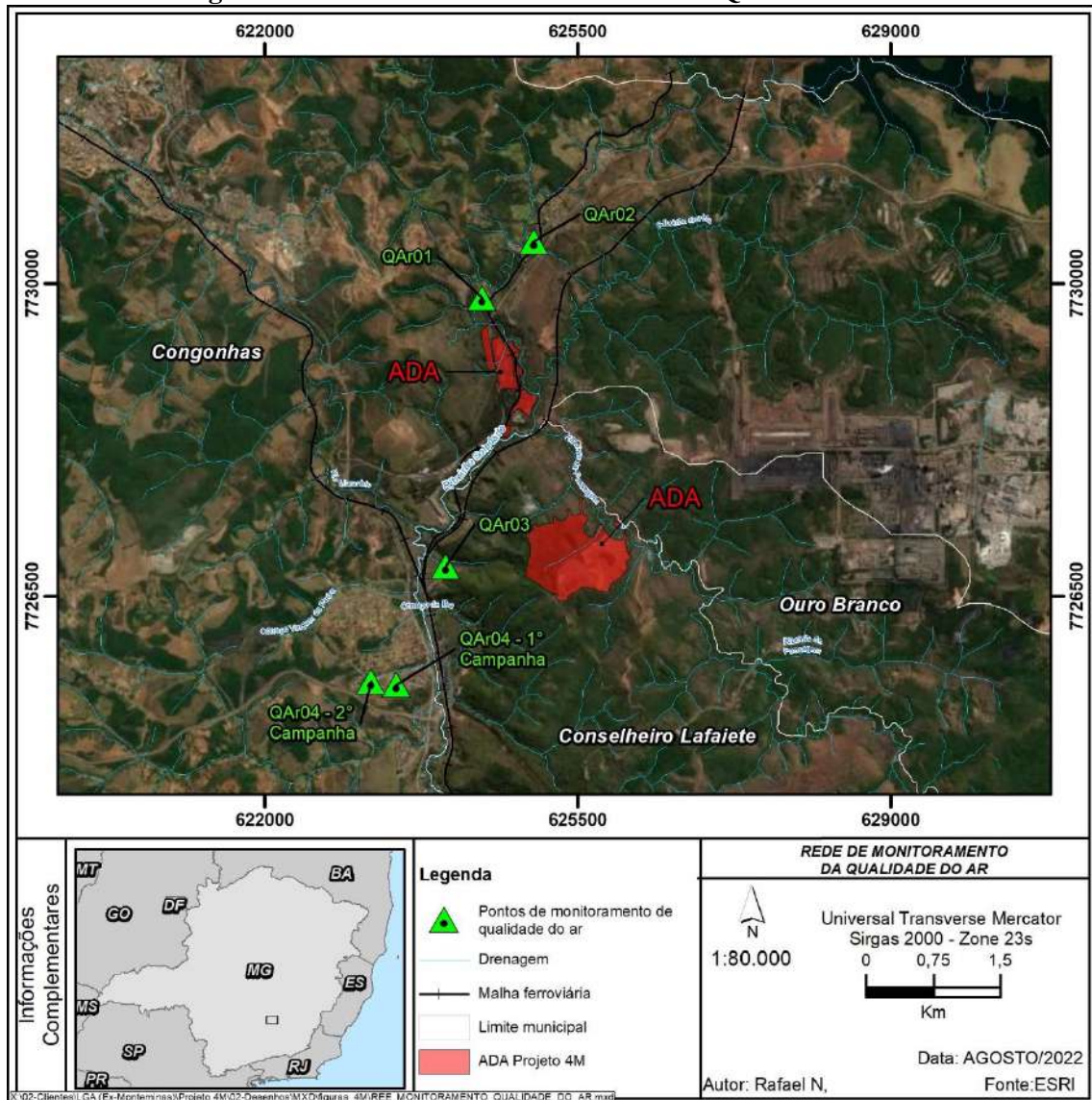
Para a caracterização da qualidade atual do ar da região de inserção do futuro empreendimento Projeto 4M realizou o monitoramento da qualidade do ar em 4 pontos distintos considerados representativos em relação ao empreendimento. Ressalta-se que a alteração da localização do ponto P<sub>R04</sub> foi necessária devido a impossibilidade de realizar as amostragens na propriedade, uma vez que a mesma se encontra em fase de obras. Desta forma, o ponto P<sub>R04</sub> foi realocado cerca de 280m do ponto anteriormente amostrado, também no distrito de Joaquim Murinho, não causando prejuízo ao estudo aqui apresentado.

O quadro a seguir apresenta os pontos e parâmetros analisados no monitoramento em questão, bem como a data de amostragem. Por seguinte é apresentado à figura com a localização dos pontos de monitoramento em relação à ADA objeto do presente licenciamento ambiental.

**Quadro 11.2 – Pontos para Caracterização Qualidade do Ar**

Nome do Ponto	Localização	Coordenadas Geográficas (Datum UTM)		Parâmetro Analisado	Data da Amostragem
		Latitude	Longitude		
Q <sub>Ar</sub> 01	Distrito de Lobo Leite	624432	7729840	PTS PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>	08/08/2021
					13/10/2021
Q <sub>Ar</sub> 02	Distrito de Lobo Leite	625008	7730475	PTS PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>	04/08/2021
					11/10/2021
Q <sub>Ar</sub> 03	Distrito de Joaquim Murinho	624023	7726840	PTS PM <sub>10</sub> PM <sub>2,50</sub>	05/08/2021
					14/10/2021
Q <sub>Ar</sub> 04 1ª Campanha	Distrito de Joaquim Murinho	623471	7725518	PTS PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>	06/08/2021
Q <sub>Ar</sub> 04 2ª Campanha	Distrito de Joaquim Murinho	623188	7725553	PTS PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>	15/10/2021

Figura 11.21 – Pontos de Monitoramento de Qualidade do Ar



A seguir apresenta-se o registro fotográfico dos monitoramentos em questão.



**Figura 11.22 – Ponto de Qualidade do Ar (Q<sub>Ar</sub>01)**



**Figura 11.23 – Ponto de Qualidade do Ar (Q<sub>Ar</sub>02)**



**Figura 11.24 – Ponto de Qualidade do Ar (Q<sub>Ar</sub>03)**



**Figura 11.25 – Ponto de Qualidade do Ar (Q<sub>Ar</sub>04) 1ª Campanha**



**Figura 11.26 - Ponto de Qualidade do Ar (Q<sub>Ar</sub>04) 2ª Campanha**





### *Padrões de Qualidade do Ar*

Os padrões de qualidade do ar definem legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente na atmosfera, que garanta a proteção da saúde e do meio ambiente. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos, e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada. Os padrões nacionais foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA e aprovados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA N° 491, de 19 de Novembro de 2018. Os parâmetros de interesse nesse estudo são as Partículas Totais em Suspensão – PTS e Material Particulado (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>), os quais são definidos pela CONAMA 491 como sendo:

- Partículas Totais em Suspensão - PTS: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 micrômetros;
- Material Particulado MP<sub>10</sub>: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros;
- Material Particulado MP<sub>2,5</sub>: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros.

O padrão nacional de qualidade do ar (CONAMA N° 491/2018) para tais parâmetros são apresentados no quadro abaixo.

**Quadro 11.3- Padrão nacional da qualidade do ar**

PARÂMETRO	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO (µg/m <sup>3</sup> )
Material Particulado – MP <sub>10</sub>	24 horas	120
Material Particulado – MP <sub>2,5</sub>	24 horas	60
Partículas Totais em Suspensão	24 horas	240

O procedimento para a realização do monitoramento da qualidade do ar ambiente estabelece o monitoramento contínuo durante 24 horas, com um mínimo de 23 horas contínuas. Portanto, qualquer interrupção desse monitoramento por um período superior à uma hora, caso que pode ocorrer com certa frequência em função da queda e/ou falta de energia, é considerada a perda da análise.

### ***Resultados Monitoramento da Qualidade do Ar***

A seguir são apresentados os quadros com o resumo dos resultados de monitoramento de qualidade do ar da primeira campanha, realizada em agosto de 2021, e da segunda campanha, realizada em outubro de 2021, respectivamente. Por seguinte, para melhor visualização dos resultados, os mesmos são apresentados graficamente.

**Quadro 11.4 - Resultado do monitoramento de qualidade do ar – 1ª e 2ª Campanha**

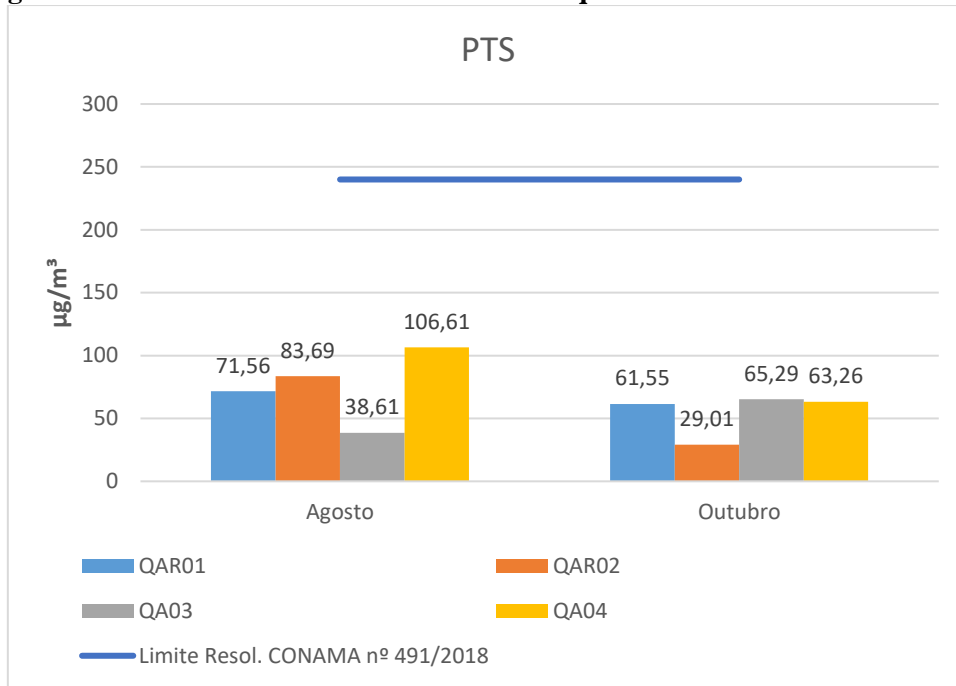
Ponto	Local	Resultados ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Limites da legislação* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		PTS	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>	PTS	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>
Q <sub>AR</sub> 01	Distrito de Lobo Leite	71,56	76,05	49,19	240	120	60
Q <sub>AR</sub> 02	Distrito de Lobo Leite	83,69	120,65	102,23	240	120	60
Q <sub>AR</sub> 03	Distrito de Joaquim Murtinho	38,61	44,38	20,75	240	120	60
Q <sub>AR</sub> 04	Distrito de Joaquim Murtinho	106,61	56,80	21,34	240	120	60

\* Resolução CONAMA 491/2018

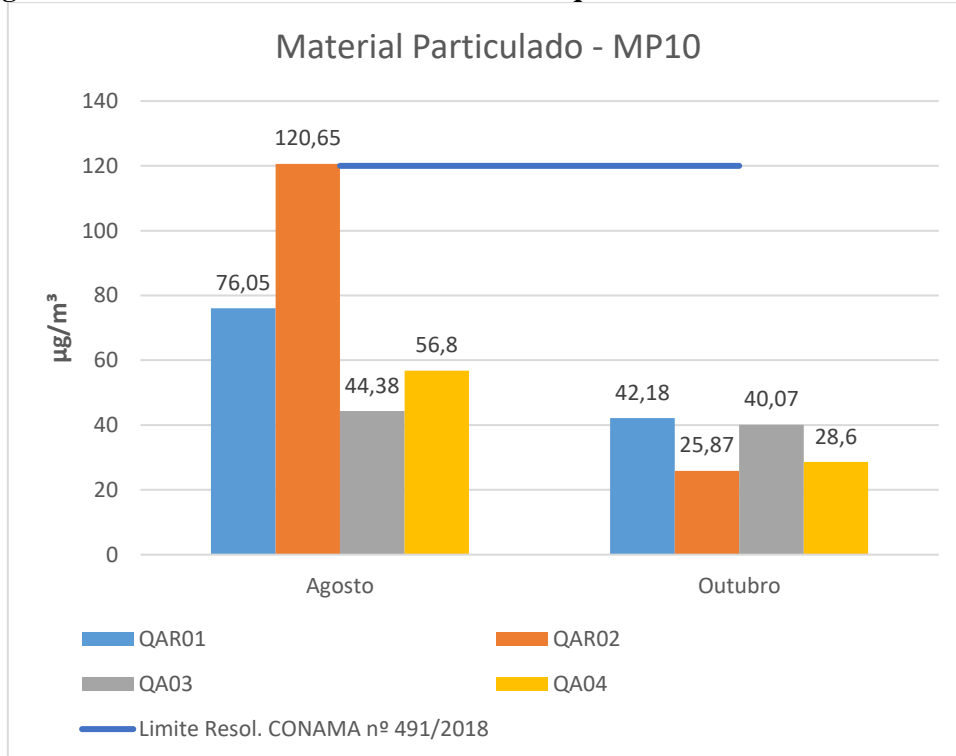
Ponto	Local	Resultados ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Limites da legislação* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		PTS	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>	PTS	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>
Q <sub>AR</sub> 01	Distrito de Lobo Leite	61,55	42,18	27,45	240	120	60
Q <sub>AR</sub> 02	Distrito de Lobo Leite	29,01	25,87	16,07	240	120	60
Q <sub>AR</sub> 03	Distrito de Joaquim Murtinho	65,29	40,07	19,97	240	120	60
Q <sub>AR</sub> 04	Distrito de Joaquim Murtinho	63,26	28,60	17,42	240	120	60

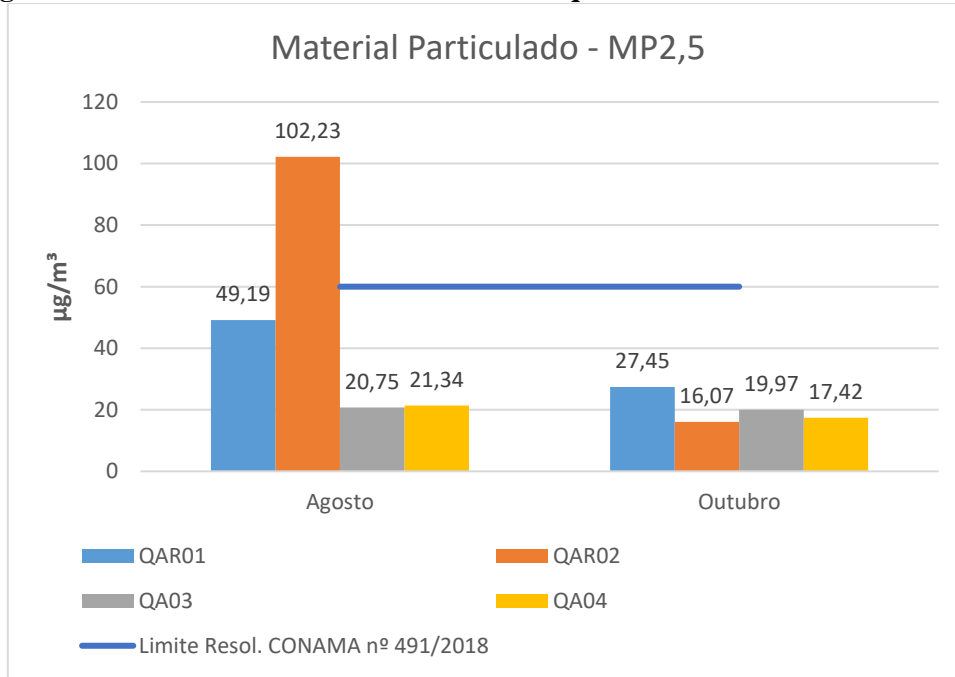
\* Resolução CONAMA 491/2018

**Figura 11.27 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar – Parâmetro PTS**



**Figura 11.28 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar – Parâmetro MP<sub>10</sub>**



**Figura 11.29 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar – Parâmetro MP<sub>2,5</sub>**

De acordo com os resultados, observa-se que durante o período de amostragem a qualidade do ar da região encontrava-se satisfatória, uma vez que, os resultados apresentaram valores inferiores ao valor limitado pela Resolução CONAMA N° 491/2018 para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão e Material Particulado (MP<sub>2,5</sub>, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>), com exceção do ponto Q<sub>AR02</sub>, localizado no distrito de Lobo Leite, para os parâmetros MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>, na amostragem realizada em julho, referente a campanha do período seco.

Tem-se que a implantação e operação do empreendimento trará incrementos no que tange a emissão de material particulado, e portanto, a eventual alteração dos níveis dos parâmetros PTS, MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub>. Contudo, está previsto medidas de controle e mitigação de emissões atmosféricas. Esses resultados justificam-se pela proximidade do ponto amostrado a estação de trem do distrito.

Os dados utilizados como base para a caracterização da qualidade do ar da região são referentes às medições realizadas pela empresa SEGMA, os relatórios técnicos elaborados pela mesma são apresentados no **Anexo 03 – Relatórios de Monitoramento Ambiental**.



### 11.1.3 Ruído Ambiental e Vibração

As campanhas de monitoramento de ruído ambiental foram realizadas pelo laboratório SEGMA – Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda., sendo os relatórios técnicos elaborados por este laboratório apresentados no **Anexo 03 – Relatórios de Monitoramento Ambiental**.

O laboratório SEGMA é devidamente creditado, isto posto, todas as medições foram realizadas considerando as principais normas e legislações aplicáveis.

#### *Metodologia da Avaliação Ruído Ambiental*

Como referências para a realização das amostragens de ruído, foram adotadas as principais normas da ABNT NBR 10151:2019, Resolução nº 001 de 08 de Março de 1990 do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente e Lei 10.100 do Estado de Minas Gerais, de 17 de Janeiro de 1990.

#### Equipamentos utilizados

Conforme especificado no relatório apresentado no **Anexo 03**, foram utilizados os medidores de pressão sonora, calibrador e software descritos no quadro a seguir.

**Quadro 11.5 – Aparelhagem Utilizada**

Equipamento	Patrimônio	Marca	Modelo
<b>1º CAMPANHA</b>			
Medidor	Medidor	Segma 0137	01 dB
Calibrador	Calibrador	Segma 0320	Casella
Estação Meteorológica Portátil	Segma 0436	Speedtech	SM-28
Tripé	Segma 0230	Não aplicável	SL-2111
GPS	Segma0313	Garmin	Etrex
Trena	Segma 0411	SAGYMA	3m
<b>2ª CAMPANHA</b>			
Medidor	Segma 0370	Svantek	Svantek 971
Calibrador	Segma 0088	01 dB-Stell	Cal 21
Estação Meteorológica Portátil	Segma 0227	Highmed	HM-875
Tripé	Segma 0325	Não aplicável	Não aplicável
GPS	Segma 0235	Garmin	60CSx
Trena	Segma 0233	Western	Não aplicável

### Estratégias de medição

Para os 04 pontos amostrados, foram realizadas medições no período diurno e noturno. A duração da medição foi definida de forma a permitir a caracterização sonora do objeto de medição.

As medições foram realizadas em modo contínuo, registrando nível de pressão sonora contínuo ponderada em A no espectro global, obtido por integração no tempo T ( $L_{Aeq,T}$ ), de um em um segundo, para determinar os níveis sonoros provenientes do local objeto de monitoramento.

Foi usado em todas as avaliações o protetor para o microfone, evitando a interferência do vento.

As fontes sonoras identificadas não apresentaram características de sons tonais ou impulsivos, com isso foi adotado o método simplificado da Norma ABNT NBR 10151:2019 para o monitoramento.

### ***Pontos de Amostragem e Período de Monitoramento***

Para a caracterização do atual nível de ruído ambiental da área de inserção do futuro empreendimento Projeto 4M realizou-se o monitoramento em 04 pontos distintos.

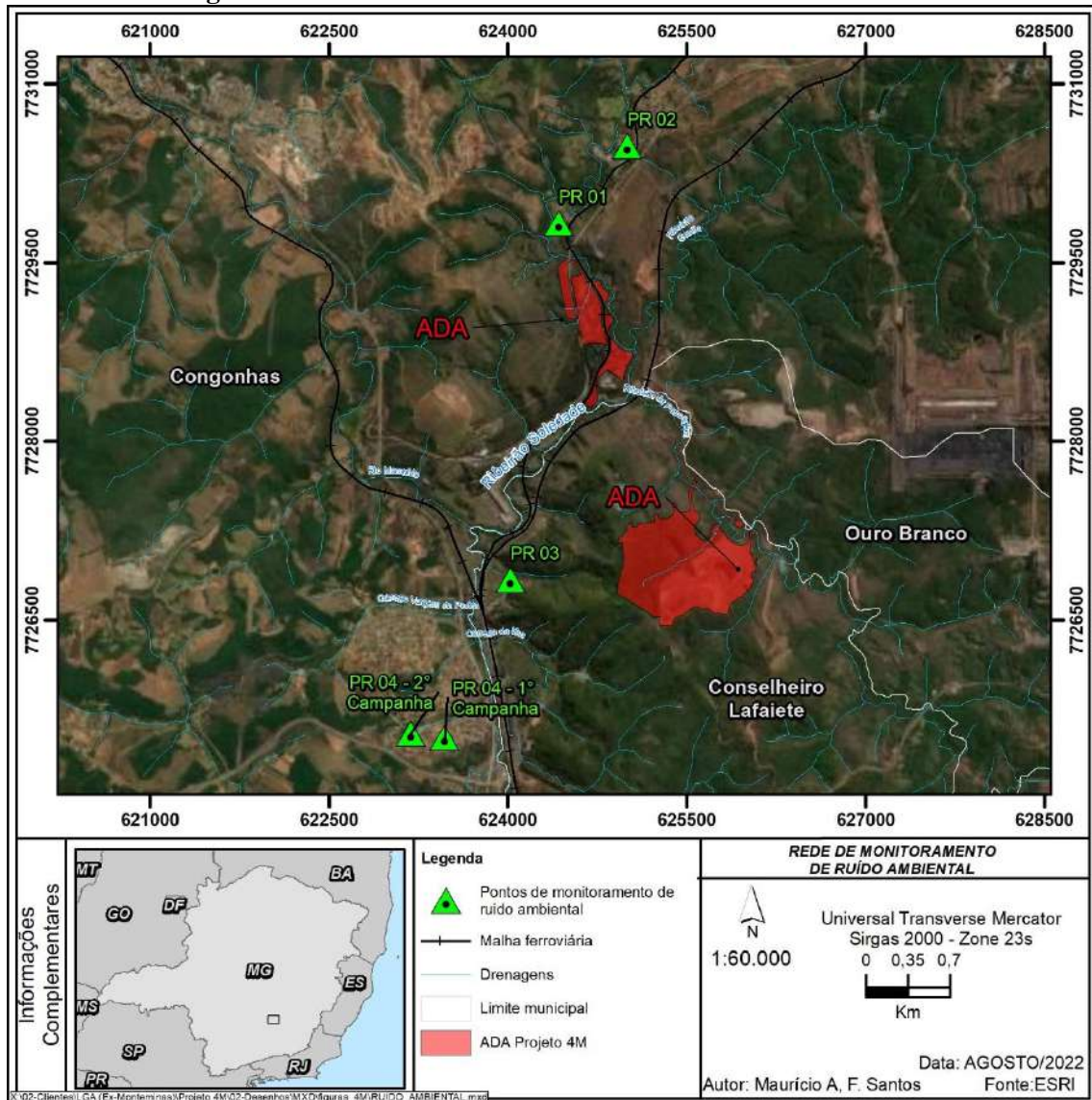
O quadro a seguir apresenta os pontos e parâmetros analisados no monitoramento em questão. Ressalta-se que a alteração da localização do ponto P<sub>R04</sub> foi necessária devido a impossibilidade de realizar as amostragens na propriedade, uma vez que a mesma encontra-se em fase de obras. Desta forma, o ponto P<sub>R04</sub> foi realocado cerca de 280m do ponto anteriormente amostrado, também no distrito de Joaquim Murtinho, não causando prejuízo ao estudo aqui apresentado. Por seguinte é apresentado a figura com a localização dos pontos de monitoramento em relação à ADA objeto do presente licenciamento ambiental e AID.

**Quadro 11.6 – Pontos para Caracterização Ruído Ambiental**

Nome do Ponto	Localização	Coordenadas Geográficas (Datum UTM)		Parâmetro analisado
		Longitude	Latitude	
P <sub>R01</sub>	Distrito de Lobo Leite	624429	7729831	Ruído Diurno Ruído Noturno
P <sub>R02</sub>	Distrito de Lobo Leite	625003	7730480	Ruído Diurno Ruído Noturno

Nome do Ponto	Localização	Coordenadas Geográficas (Datum UTM)		Parâmetro analisado
		Longitude	Latitude	
P <sub>R</sub> 03	Distrito de Joaquim Murtinho	624023	7726840	Ruído Diurno Ruído Noturno
P <sub>R</sub> 04 1ª Campanha	Distrito de Joaquim Murtinho	623471	7725518	Ruído Diurno Ruído Noturno
P <sub>R</sub> 04 2ª Campanha	Distrito de Joaquim Murtinho	623188	7725553	Ruído Diurno Ruído Noturno

Figura 11.30 – Pontos de Monitoramento de Ruído Ambiental



A seguir apresenta-se o registro fotográfico dos monitoramentos em questão.



**Figura 11.31 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR01**



**Figura 11.32 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR02**



**Figura 11.33 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR03**



**Figura 11.34 – Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR04 – 1ª Campanha**



**Figura 11.35 - Ponto de Monitoramento de Ruído Ambiental – PR04 – 2ª Campanha**



### ***Critério Legal de Avaliação de Ruído***

#### ***Legislação Federal***

A Resolução CONAMA 01 de 08 de março de 1990 dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Os itens II e VI desta resolução estabelecem:

*“II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior, os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR-10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.*

*VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR-10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT.”*

A norma NBR 10.151:2019 estabelece procedimentos para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, em áreas destinadas à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo, bem como estabelece os limites máximos para os níveis de ruído, de acordo com a tipologia de área em questão. A NBR 10.151:2019 determina 03 tipos de métodos de medição, sendo eles: método simplificado, método de monitoramento de longa duração e método detalhado. Para o presente trabalho utilizou-se o método de monitoramento simplificado.

A norma NBR 10.151:2019 estabelece limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período (RLAeq), conforme quadro abaixo.

**Quadro 11.7 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período**

<b>Tipos de Áreas Habitadas</b>	<b>RLAeq Limites de Níveis de Pressão Sonora (dB)</b>	
	<b>Período Diurno</b>	<b>Período Noturno</b>
Áreas de Residências Rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50

Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

NOTA: Para aplicação desta Norma, entende-se por área mista aquelas ocupadas por dois ou mais tipos de uso, sejam eles residencial, comercial, de lazer, de turismo, industrial e outros.

Fonte: NBR 10.151:2019

Os pontos monitorados encontram-se em áreas classificadas como áreas de residências mista predominantemente residencial e área predominantemente industrial.

### Legislação Estadual

A nível estadual tem-se a Lei Estadual nº 10.100 de 17 de janeiro de 1990, que define no seu artigo 2º:

*“Para os efeitos desta Lei, consideram-se prejudiciais à saúde, à segurança ou ao sossego públicos quaisquer ruídos que:*

*I - atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10 (dez) decibéis - dB(A) acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego;*

*II - independentemente do ruído de fundo, atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível sonoro superior a 70 (setenta) decibéis - dB(A), durante o dia, e 60 (sessenta) decibéis - dB(A), durante a noite, explicitado o horário noturno como aquele compreendido entre as 22 (vinte e duas) horas e as 6 (seis) horas, se outro não estiver estabelecido na legislação municipal pertinente.”*

### **Resultados Monitoramento de Ruído**

As medições de ruído ambiental foram realizadas compreendendo o período diurno e noturno. A NBR 10.151:2019 estabelece:

*“Os limites de horário para o período diurno e noturno podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do*

*dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 h.”*

A seguir apresenta-se quadro com o detalhamento dos horários das medições de ruído ambiental das duas campanhas realizadas, período seco e período chuvoso, respectivamente.

**Quadro 11.8 – Horários Monitoramentos Ruído Ambiental**

Ponto	Tipo Monitoramento	Monitoramento Diurno (07:01h a 22:00h)		Monitoramento Noturno (22:01h a 07:00h)	
		Dia	Horário	Dia	Horário
PR 01	Ruído Ambiente	03/08/2021	11:43	05/08/2021	23:02
PR 02	Ruído Ambiente	04/08/2021	11:42	05/08/2021	23:18
PR 03	Ruído Ambiente	05/08/2021	13:19	05/08/2021	00:15
PR 04	Ruído Ambiente	05/08/2021	15:43	05/08/2021	23:43

Ponto	Tipo Monitoramento	Monitoramento Diurno (07:01h a 22:00h)		Monitoramento Noturno (22:01h a 07:00h)	
		Dia	Horário	Dia	Horário
PR 01	Ruído Ambiente	19/10/2021	12:43	20/10/2021	22:54
PR 02	Ruído Ambiente	19/10/2021	12:19	20/10/2021	22:38
PR 03	Ruído Ambiente	19/10/2021	13:26	20/10/2021	23:38
PR 04	Ruído Ambiente	19/10/2021	15:43	20/10/2021	23:17

A seguir são apresentados os quadros com os resumos dos resultados de monitoramento de ruído ambiental, os quais foram retirados na íntegra do Relatório Técnico de Monitoramento de Ruído Ambiental elaborado pelo laboratório SEGMA e apresentado no **Anexo 03**.

**Quadro 11.9 – Resultados Monitoramentos Ruído Ambiental – 1º Campanha**

Ponto	Tipo Monitoramento	Monitoramento Diurno		Monitoramento Noturno	
		Resultados (dB)	Laeq*	Resultados (dB)	Laeq*
PR 01	Ruído Ambiente	<b>34,6</b>	34,6	<b>45,2</b>	45,2
PR 02	Ruído Ambiente	<b>50,5</b>	50,5	<b>36,8</b>	36,8
PR 03	Ruído Ambiente	<b>51,5</b>	51,5	<b>38,3</b>	38,3
PR 04	Ruído Ambiente	<b>47,1</b>	47,1	<b>31,5</b>	31,5



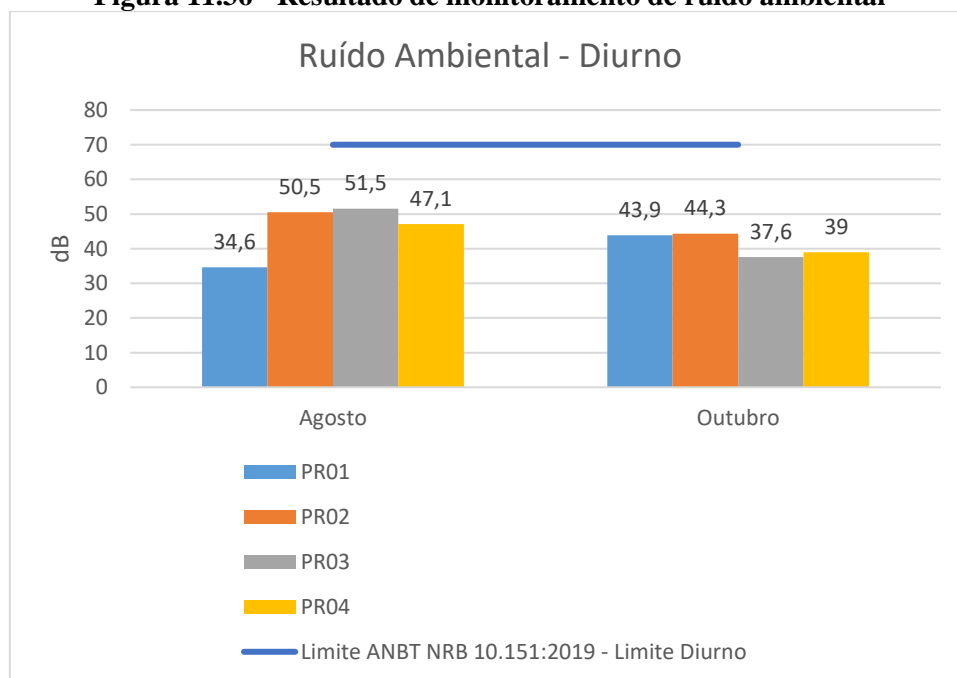
**Quadro 11.10 – Resultados Monitoramento Ruído Ambiental – 2º Campanha**

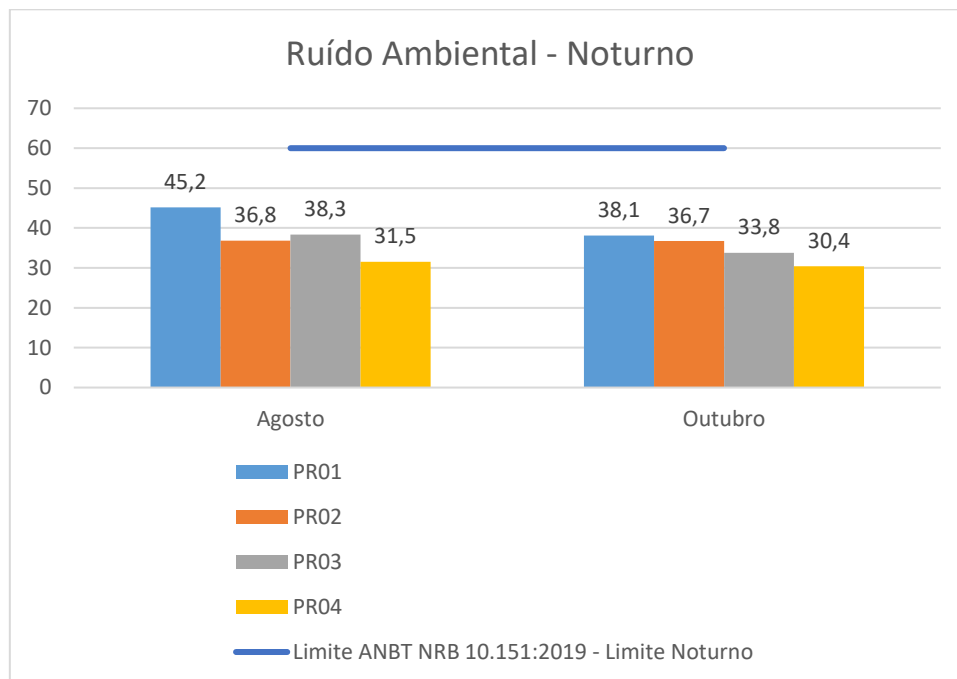
Ponto	Tipo Monitoramento	Monitoramento Diurno		Monitoramento Noturno	
		Resultados (dB)	Laeq*	Resultados (dB)	Laeq*
PR 01	Ruído Ambiente	<b>43,9</b>	43,9	<b>38,1</b>	38,1
PR 02	Ruído Ambiente	<b>44,3</b>	44,3	<b>36,7</b>	36,7
PR 03	Ruído Ambiente	<b>37,6</b>	37,6	<b>33,8</b>	33,8
PR 04	Ruído Ambiente	<b>39,0</b>	39,0	<b>30,4</b>	30,4

\* Conforme apresentado no Anexo 03 - Essa campanha de monitoramento teve como finalidade a realização do estudo de background, ou seja, avaliar os níveis de pressão sonora antes da instalação do empreendimento no local. Com isso o LAEQ é igual ao próprio Ruído Ambiente.

O monitoramento de ruído ambiental teve como objetivo avaliar o nível de pressão sonora na região de inserção do futuro empreendimento Projeto 4M, assim os níveis de ruído ambiental avaliados nos pontos localizados nos municípios de Congonhas e Conselheiro Lafaiete, e foram comparados com os limites definidos pela Resolução Conama nº 01 de 1990 e descritos na ABNT NBR 10151:2019 por se tratar de monitoramento de ruído para estudo de background.

**Figura 11.36 - Resultado de monitoramento de ruído ambiental**





De acordo com os resultados, observa-se que durante o período de amostragem a qualidade do ruído ambiental da região encontrava-se satisfatória, uma vez que, os resultados apresentaram valores inferiores ao valor limitado para áreas predominantemente industriais pela norma NBR 10.151:2019, O Relatório Técnico de Monitoramento de Ruído Ambiental pode ser avaliado na íntegra no **Anexo 03**.

#### 11.1.4 Geologia

##### 11.1.4.1 Caracterização geológica da área de estudo regional

A área de estudo regional localiza-se na porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero, que ocupa uma extensão de 7.200 km<sup>2</sup> na porção central do estado de Minas Gerais, representando uma província mineral de categoria mundial, contendo significativas jazidas de ouro, ferro, manganês, topázio imperial, bauxita, asbestos, entre outros.

Geologicamente representa uma das áreas mais estudadas do mundo, cujos levantamentos geológicos sistematizados foram realizados na década de 1950 através do convênio do governo brasileiro com o Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS.

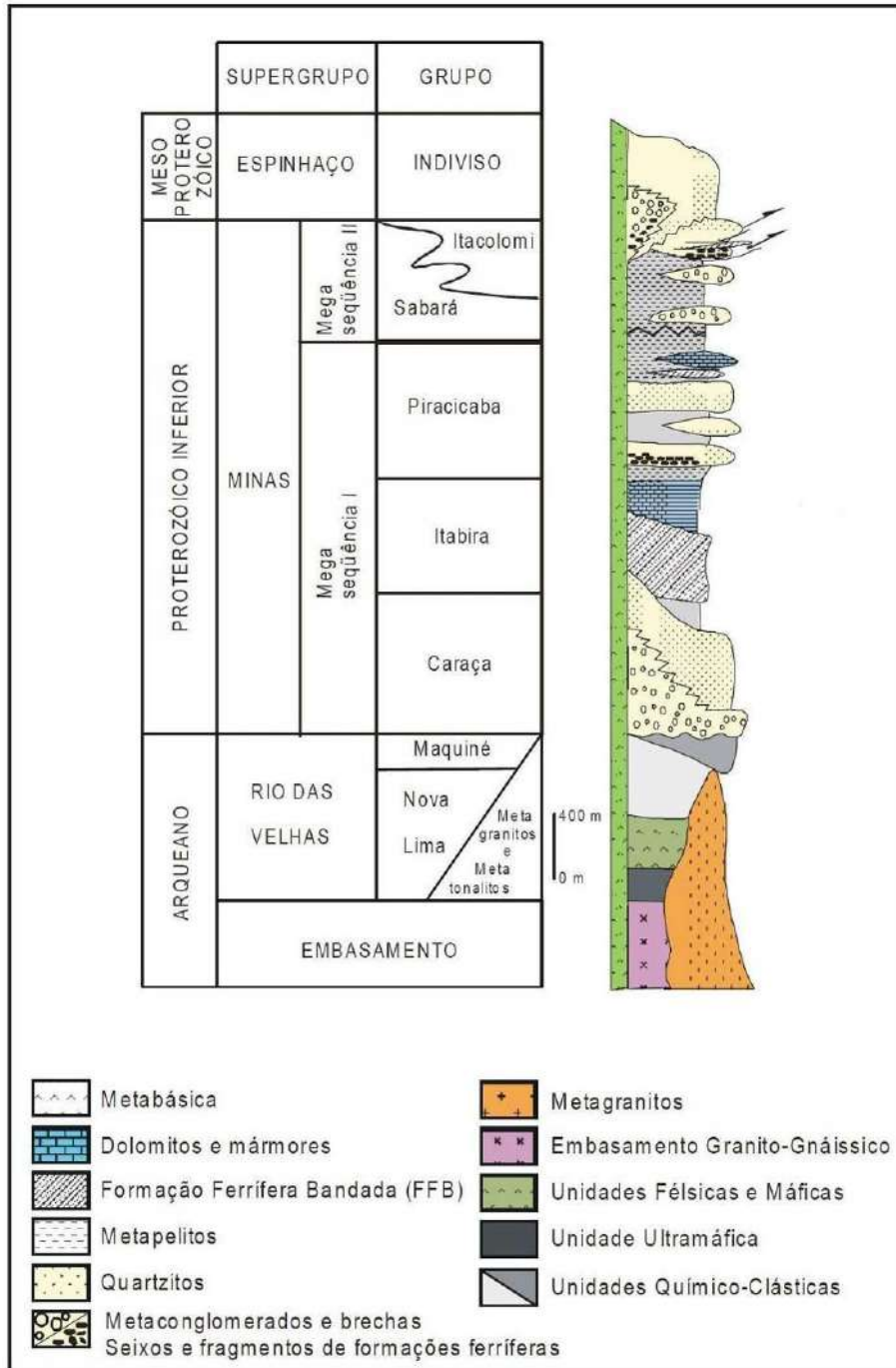
Inúmeros trabalhos destacam os aspectos geoestruturais e litológicos desta área, sendo que a caracterização regional foi feita com base nos levantamentos e mapeamentos mais recentes da geologia de Minas Gerais e do Quadrilátero Ferrífero como:

- Projeto Quadrilátero Ferrífero – CODEMIG 2005.
- Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais – CPRM 2003.
- Mapa Geológico de Congonhas (folha SF.23-X-A-VI-1) – CODEMIG 2005

Ressalta-se que o mapa geológico de Congonhas elaborado pela CODEMIG/2005 foi o trabalho utilizado na caracterização geológica da área de estudo, com contribuições dos demais citados acima.

A área em questão situa-se em uma unidade geomorfológica denominada Quadrilátero Ferrífero que ocupa uma superfície de aproximadamente 700km<sup>2</sup>, no estado de Minas Gerais e engloba unidades litoestratigráficas de idades desde o Arqueano até o Proterozóico Superior. O Quadrilátero, ponto de vista geotectônico, encontra-se na porção meridional do Cráton São Francisco (Almeida, 1977).

Figura 11.37 - Coluna estratigráfica do QF (modificada de Chemale Jr. *et al.*, 1994)



Segundo Miranda Barbosa (1961), a configuração quadrilátera deste conjunto de rochas é o resultado de uma tectônica bilinear, com uma primeira fase originada por compressão E-W e uma segunda de compressão SE-NW.

Segundo Dorr (1969), duas orogenias foram responsáveis pela estruturação do Quadrilátero Ferrífero, uma posterior ao Supergrupo Rio das Velhas (2.800 ma),



equivalente ao Ciclo Transamazônico e a segunda, de idade pós-Itacolomi (900 ma), correspondendo de certa forma ao Ciclo Brasileiro.

Para Fleischer (1971), ocorreram três fases de dobramentos. A primeira, sin-metamórfica, associada às dobras deitadas e amplas, com eixos NW-SE, vergentes para NE. A segunda, com dobras deitadas, de menor amplitude, com eixos NE-SW, vergentes para NW, associadas ao retrometamorfismo, e uma terceira, a qual se atribui as feições mais evidentes como o anticlinal de Mariana e os sinclinais de Ouro Preto e Moeda.

As rochas da região da área de estudo regional estão inseridas no Supergrupo Rio das Velhas, originalmente definido como Série Rio das Velhas e subdividido nos Grupos Nova Lima e Maquiné (Dorr *et al.* 1957), e este em formações Palmital (O'Rourke 1957) e Casa Forte (Gair 1962), sendo posteriormente renomeado como Supergrupo Rio das Velhas (Lockzy & Ladeira 1976).

A subdivisão estratigráfica informal, proposta pela equipe do Projeto Rio das Velhas (Zucchetti *et al.*, 1996, 1998; Baltazar & Silva 1996) e modificada por Baltazar & Zucchetti (2005), é mantida com modificações para o Grupo Nova Lima e para as duas formações que compõem o Grupo Maquiné. As unidades litoestratigráficas informais foram propostas a partir do agrupamento dos litotipos constituintes dos Grupos Nova Lima e Maquiné em associações de litofácies, caracterizadas em trabalhos de campo, com apoio de estudos petrográficos e litoquímicos. Isto possibilitou a elaboração de uma coluna simplificada, apresentada a seguir, a qual não constitui um empilhamento estratigráfico formal, mas apenas uma coluna composta, considerando-se o caráter polideformado da área, com repetição e omissão de camadas, sendo necessários estudos mais detalhados de natureza estrutural, estratigráfica e geocronológicos.

### **Supergrupo Rio das Velhas**

Sobre o embasamento encontram-se rochas metavulcânicas máficas e ultramáficas associadas a metassedimentos químicos e clásticos, agrupadas no Supergrupo Rio das Velhas. As datações nessas rochas fornecem idades entre 3,0 e 2,7 Ga. (Chemale Jr. *et al.*, 1994; Noce, 1995; Machado *et al.* 1992, 1993), interpretadas como uma sequência tipo Greenstone Belt. Essa unidade é subdividida nos Grupos Quebra Osso (sequência basal), Nova Lima (sequências intermediária) e Maquiné (sequência de topo).

O Grupo Quebra Osso (Schorscher, 1978), base do Supergrupo Rio das Velhas, foi

reclassificado por Zucchetti *et al.* (1996) e descrito como constituído por rochas metaultramáficas, principalmente tremolita-actinolita xistos, talco xistos e serpentinitos. Essa unidade tem ocorrência de afloramentos restrita à parte leste do Quadrilátero Ferrífero, no flanco nordeste da Serra do Caraça.

O Grupo Nova Lima é constituído por três Unidades. A Unidade basal de origem metavulcânica é constituída por xistos verdes, metariolitos, xistos tufáceos e metaultramáficas. A Unidade intermediária de origem metassedimentar química é constituída por formação ferrífera bandada, xistos grafitosos, filitos, cherts e sedimentos químicos carbonáticos. E a unidade de topo possui uma origem clástica sendo constituída por grauvacas, xistos carbonáticos, quartzitos imaturos, quartzo xisto e conglomerado (Dorr, 1969).

Sobreposto ao Grupo Nova Lima encontra-se o Grupo Maquiné em discordância angular e erosiva. O Grupo Maquiné é constituído por uma sequência conglomerática-arenosa e subdividida em duas Formações – Palmital (O'Rourke, 1957) e Casa Forte (Gair, 1962). A Formação Palmital, unidade basal, é constituída por filitos, quartzo-filitos, grauvacas e subordinadamente conglomerados basais. A Formação Casa Forte, superior, é constituída por quartzitos, conglomerados, subordinadamente filitos e grauvacas.

### **Supergrupo Minas**

O Supergrupo Minas compreende quatro grupos de rochas separadas de acordo com seu modo de sedimentação: os dois inferiores (Grupo Tamanduá e Caraça) são caracterizados por sedimentos clásticos, em ambiente transgressivo, que gradam para sedimentos químicos (Grupo Itabira) que, por sua vez, são cobertos por sedimentos tipo “flysch” (rocha clástica com pequena contribuição vulcânica) e, ainda por clásticos grosseiros, tipo molassa (Grupo Piracicaba). O grupo químico é constituído, resumidamente, por itabiritos na base e dolomitos no topo.

Dois eventos deformacionais maiores afetaram o Supergrupo Minas, e a sua superposição explicam, grosseiramente, a forma quadrangular deste distrito mineral. O metamorfismo é geralmente de baixo grau – fácies xisto verde, localmente atingido a anfíbolito, mas seus efeitos são destruídos por evento de diaftorese.

Simmons & Maxwell (1961), definiram o Grupo Tamanduá como sendo representado por um conjunto de quartzitos, filitos, xistos quartzosos e argilosos, itabiritos filíticos e

dolomíticos, conglomerados e quartzitos grosseiros. Segundo os autores sua localidade tipo situa-se na Serra do Tamanduá.

Dorr *et al.* (1957), definiram o Grupo Caraça como sendo constituído pelos quartzitos Caraça e xisto Batatal. Maxwell (1958) passou a chamar o Xisto Batatal por Formação Batatal enquanto Wallace (1958) redenominou o Quartzito Caraça de Formação Moeda. Segundo Villaça (1981), a Formação Moeda seria representada por conglomerados e quartzitos grosseiros de origem fluvial e quartzitos finos e filitos de origem transicional-marinha.

Os depósitos de filitos da Formação Moeda, itabiritos da Formação Cauê e os carbonatos da Formação Gandarela foram originadas a partir de um evento transgressivo e estes sedimentos podem ser associados às fácies distais da Formação Moeda.

Segundo Dorr (1969) e Maxwell (1958), a Formação Batatal é constituída por filitos sericíticos, grafitosos e localmente esta formação pode apresentar clorita e sedimentos carbonáticos, sendo que na parte superior pode ser visto finas camadas de chert e hematita. Pires (1983), observou tanto na parte inferior como na superior da Formação Batatal a presença de material vulcânico.

Dorr (1969) subdividiu o Grupo Itabira em duas formações, da base para o topo: Formação Cauê: representada predominantemente por uma formação ferrífera do tipo lago superior e subordinadamente por itabiritos dolomíticos e anfíbolíticos com pequenas lentes de filitos e margas e alguns horizontes manganésíferos. Formação Gandarela: foi definida inicialmente por Dorr (1958) como sendo constituída por camadas de rochas carbonáticas representadas principalmente por dolomitos e subordinadamente por itabiritos, filitos dolomíticos e filitos. O contato com a formação inferior, quando observável é de natureza discordante com caráter erosivo. O Grupo Piracicaba é dividido em quatro formações, da base para o topo é o grupo superior do Supergrupo Minas, caracterizado por sedimentos tipo “flysch” e molassa.

#### **a) Formação Cercadinho**

Após a deposição do Grupo Itabira, inicia-se um período de instabilidade tectônica no QF com deposição de quartzitos intercalados aos filitos da Formação Cercadinho. Ocupa o sopé da serra do Curral do lado noroeste, com direção paralela ao seu alinhamento, é constituída por siltitos e filitos acinzentados a prateados, com espessas lentes de quartzito grosseiro. Secundariamente observa-

se, mais ao Norte, a ocorrências de pequenas lentes manganésíferas em sua porção superior. Estas são observadas fora da concessão.

**b) Formação Fecho do Funil**

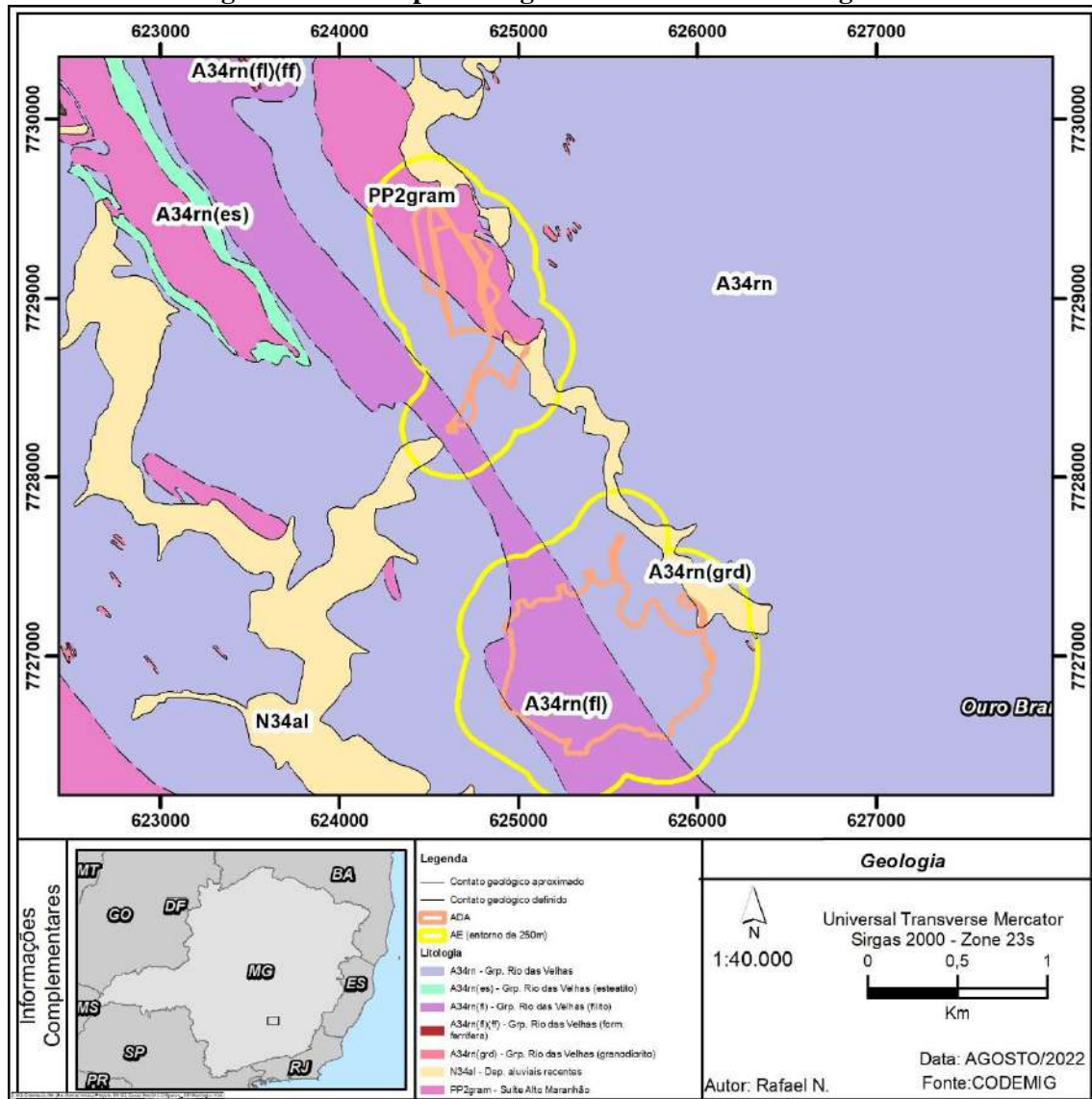
Após a deposição ocorrida na Formação Cercadinho observa-se o aprofundamento da bacia sedimentar e o depósito de filitos da Formação Fecho do Funil.

**c) Formações Taboões e Barreiro**

Durante a deposição das Formações Barreiro e Taboões, a subsidência da bacia atingiu a máxima profundidade.



Figura 11.38 - Mapa Geológico da Área de Estudo Regional



#### 11.1.4.2 Caracterização geológica local

A área do empreendimento apresenta um conjunto de rochas altamente transformadas (tectônica e metamorficamente), de idade pré-cambriana. No norte aflora um conjunto de rochas cujo tipo litológico mais antigo pertence ao Supergrupo Rio das Velhas, constituindo pelo Grupo Nova Lima, composto por micaxisto e metavulcânicas. Ocorrem ainda gnaisses, granitóides e migmatitos, rochas intrusivas (granodioritos, granitos, piroxênito e serpentinito).

O Supergrupo Minas, composto pelos Grupos Piracicaba (filitos, quartzito), Itabira (itabirito, dolomito e filito) e Caraça (quartzito, filito e conglomerado). Das rochas com ocorrências ferríferas e quartzíticas resultam solos arenosos, pouco férteis e com elevado

teor de acidez. Registra-se a presença de voçorocas e termiteiros. As principais ocorrências minerais são: minério de ferro (hematita, manganês, especularita, martita), gnaiss (brita), agalmatolito, amianto, cianita, dolomita, dunito, grafita, pedra-sabão, quartzo, serpentinito e calcário.

Localiza-se ao norte do município, terrenos das Serras da Moeda, Esmeril e da Bandeira (Casa de Pedra).

Na área da LGA afloram rochas do Supergrupo Rio das Velhas representado pelo Grupo Nova Lima. A rocha predominante é um cloritaxisto de coloração verde escuro intercalado por pequenas lentes de formação ferrífera bandeada de fácies óxido, rochas estas que compõem também os colúvios nas encostas dos morros. Os alúvios encontrados podem ser classificados em pretéritos e recentes, estes últimos identificados nas coroas aluvionares que se formam à margem do rio.

### **11.1.5 Geomorfologia**

#### **11.1.5.1 Caracterização geomorfológica da área de estudo regional**

A área de estudo regional de acordo com o mapeamento geomorfológico constante na IDE SISEMA está inserida nas unidades geomorfológicas pertencentes ao Domínio Morfoestrutural Faixas de Dobramentos e Cobertura Metassedimentares Associadas, representada pelas unidades geomorfológicas Serras do Quadrilátero Ferrífero e ao Domínio Morfoestrutural do Embasamento do Complexo Cristalino, representado pela unidade geomorfológica Planaltos Dissecados do Centro Sul e Leste de Minas. A seguir apresenta-se a descrição das referidas unidades geomorfológicas.

- **Quadrilátero Ferrífero**

O Quadrilátero Ferrífero (QF) constitui uma área com características peculiares no Estado de Minas Gerais. Localiza-se na parte meridional da Serra do Espinhaço, entre a Depressão Sanfranciscana e os Planaltos Dissecados do Centro Sul e do Leste de Minas. Apresenta altitudes médias em torno de 1.400 e 1.600 metros.

O condicionamento estrutural do relevo é marcante nesta unidade, e determinou a existência de formas de relevo invertido do tipo sinclinal suspenso e anticlinal esvaziado, elaboradas sobre estruturas dobradas. São comuns também as cristas estruturais do tipo “hogback” (monoclinal) e extensos escarpamentos erosivos, muitos dos quais condicionados por linha de falha.

Entre as rochas não controladas pela estrutura, predominam as cristas com vertentes ravinadas e vales encaixado, e as colinas com vales de fundo chato.

No interior de sinclinais suspensos, foram preservados nítidos vestígios da atuação de paleoclimas semi-áridos, tais como pedimentos e “paleoplayas”. Essas paleoformas, datadas do período Terciário/Quaternário, foram preservadas principalmente pela proteção exercida por crostas ferruginosas que ocupam extensas áreas no QF.

Algumas das escarpas que delimitam o QF, elevadas centenas de metros acima das cotas médias das unidades vizinhas (escarpas do Caraça, por exemplo), sugerem que não somente os processos erosivos, mas também os movimentos tectônicos pós-cretácicos, atuaram na evolução geomorfológica da área.

- **Planaltos Dissecados do Centro Sul e do Leste de Minas**

Esta unidade de relevo ocupa grande extensão no Estado de Minas Gerais. Estende-se desde as proximidades da Serra da Canastra, no sul, por todo o leste e extremo nordeste, ultrapassando os limites estaduais.

Os Planaltos Dissecados abrangem grande parte do interflúvio das bacias dos rios São Francisco e Grande, e a maior parte das encostas das serras do Espinhaço e da Mantiqueira.

A dissecação fluvial atuante nas rochas predominantemente granito-gnáissicas do embasamento pré-cambriano, resultou em formas de colinas e cristas com vales encaixados e/ou fundo chato, de maneira generalizada em toda a extensão dos planaltos. No setor leste, a dissecação fluvial produziu um relevo peculiar em afloramentos rochosos: os pontões e mornes, que ocorrem isolados, associados às colinas, ou em grupamentos. Os principais grupamentos de pontões relacionam-se com a rede de fraturas e falhas de direção NE, e estão orientados nas mesmas direções dos fraturamentos. Alguns trabalhos correlacionam os pontões às zonas intermediárias que escaparam a uma fraturação tectônica.

Entre as características morfológicas do setor leste dos Planaltos Dissecados, destacam-se os alinhamentos de cristas na direção geral N-S, interceptados pela drenagem do rio Doce e afluentes.

O contato com o Planalto Jequitinhonha é gradativo, havendo interpenetrações de topos com cobertura detrítica – característicos do Planalto Jequitinhonha-Rio Pardo, com as

formas côncavo-convexas dos Planaltos Dissecados. Esse trecho do planalto apresenta um caimento de oeste para leste, com altitudes que variam de 400 a 800 metros.

No setor meridional, os Planaltos Dissecados apresentam contato particularmente nítido com a Serra do Espinhaço, Serra da Canastra, Quadrilátero Ferrífero e com as depressões vizinhas, excetuando-se alguns trechos de depressão do rio Grande, onde se observa uma grande semelhança entre as formas de relevo e as cotas altimétricas das duas unidades.

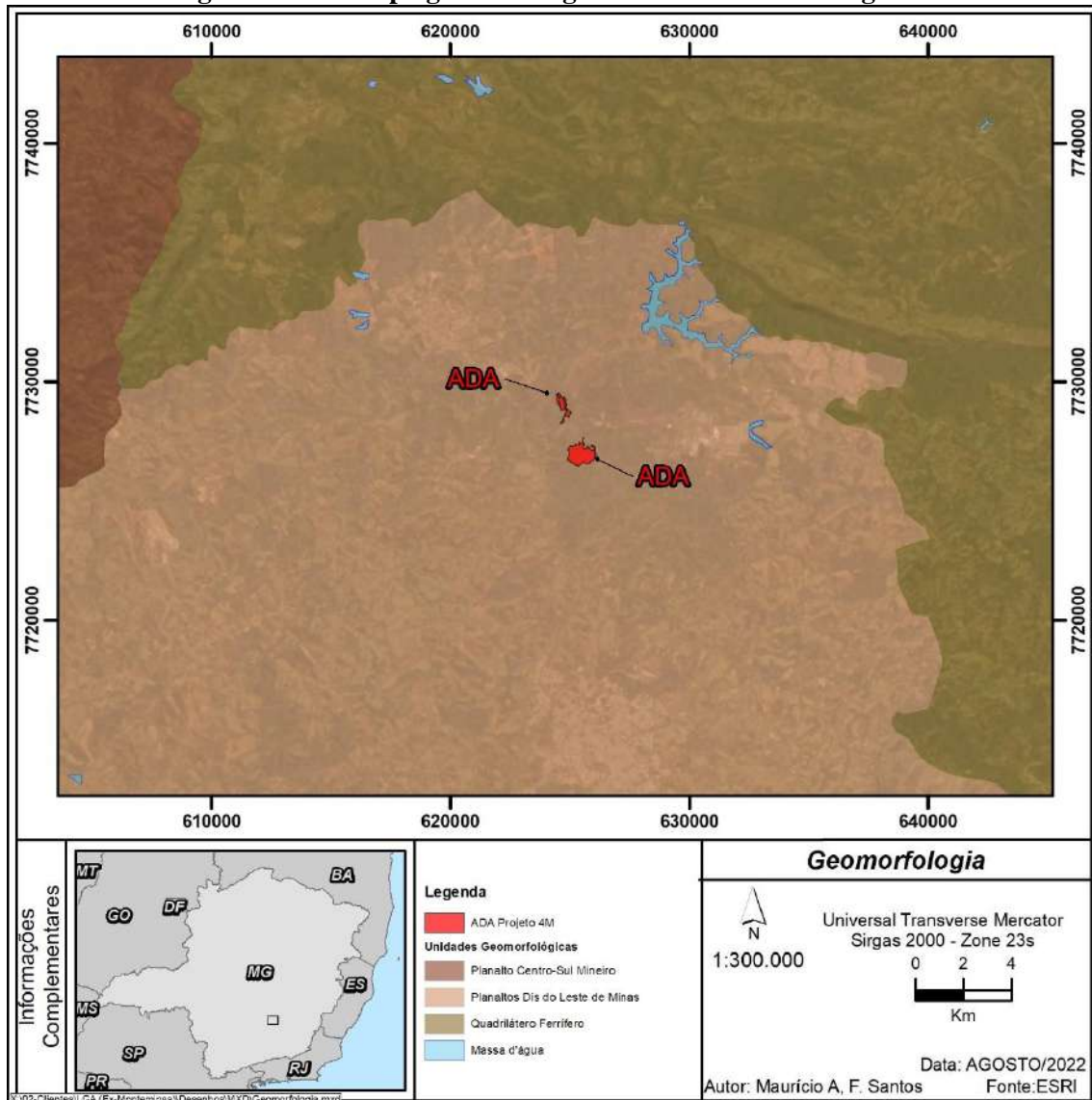
Embora não seja tão marcante como no setor leste, observam-se nesta área condicionamentos tectônicos na conformação do relevo, determinando uma adaptação parcial da drenagem e um alinhamento de cristas segundo as direções preferenciais do pré-cambriano.

As altitudes são muito variáveis. Na zona de encosta da Mantiqueira e Serra do Espinhaço, encontram-se cristas a 1.000 e 1.200 metros, sendo que nos vales a altitude varia de 750 a 800 metros.

Nas proximidades de Santos Dumont, os planaltos apresentam um desnivelamento erosivo originado do recuo de cabeceiras dos rios Xopotó e Piranga, e das bacias dos rios Doce e Paraíba do Sul.



Figura 11.39 - Mapa geomorfológico da área de estudo regional



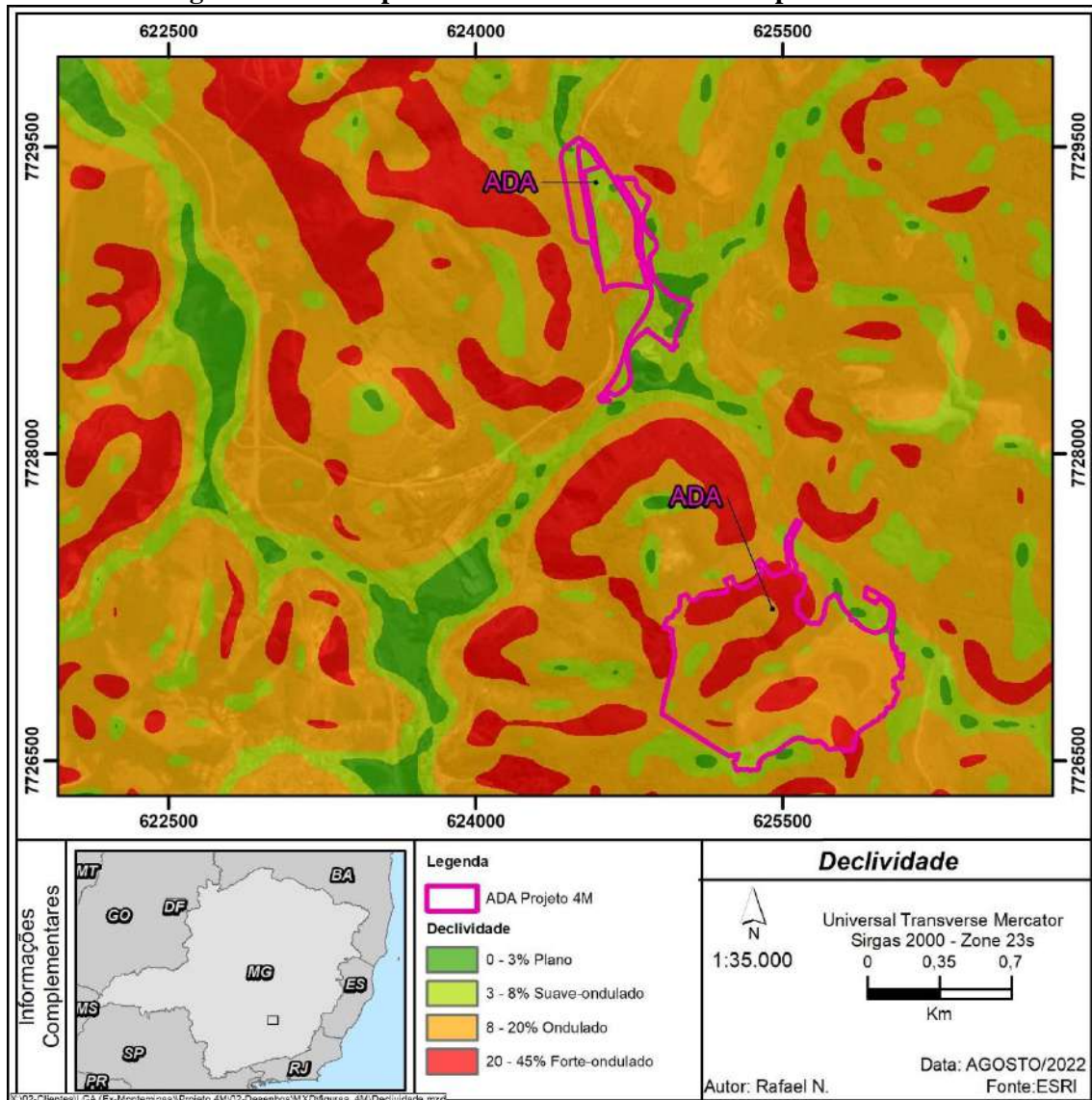
### 11.1.5.2 Caracterização geomorfológica local

A área de inserção do empreendimento apresenta unidades de relevo que se distinguem pelas altitudes médias e formas de dissecção: à leste, o relevo é menos dissecado, com altitudes médias de 1.000m, de colinas suaves; a área ao sul do rio Maranhão é a porção mais dissecada, com altitudes médias de 900m de colinas e morros; a porção noroeste, ao norte do rio Maranhão e à oeste da BR-040, com altitudes médias de 800 a 1000m, constitui a área mais elevada, representada por cristais de direção sudoeste-nordeste da serra da Moeda. Aí se localiza o ponto culminante do município (1.628m – Casa de

Pedra). As principais serras localmente conhecidas são a do Rola Moça (Casa de Pedra); do Mascate e do Itatiaia (Serra de Ouro Branco).

Foi elaborado para a ADA do empreendimento o mapa de declividade, que apresenta as classes de relevo de acordo com as recomendações da EMBRAPA (1979), sendo que o relevo local apresenta pequenas porções consideradas como plano (0 a 3% de declividade) e suave-ondulado (8 a 20% de declividade), havendo o predomínio da classe de relevo ondulado (8 a 20 % de declividade) com ocorrências de faixa de relevo forte-ondulado (20 a 45 % de declividade), por toda a extensão da ADA/AE, conforme apresentado na figura a seguir.

Figura 11.40 - Mapa de declividade da ADA do empreendimento



### 11.1.6 Suscetibilidade a processos erosivos

A área de estudo apresenta características especiais com relação a sua morfogênese, intimamente relacionadas aos processos da dinâmica superficial.

Seu modelado atual mostra o resultado de uma conjugação de fenômenos da geodinâmica interna e a exposição aos agentes de intemperismo, cada qual com suas peculiaridades ao longo do tempo geológico.

Grandes desníveis topográficos são comuns na região que compreende a área de estudo regional, resultando em um cenário que estabeleceu condições para o desenvolvimento de uma dinâmica superficial característica da região do Quadrilátero Ferrífero.

Sob os aspectos da geodinâmica externa, os processos da dinâmica superficial, de forma geral são descritos a seguir.

➤ **Erosão**

Erosão é a desagregação e remoção de partículas do solo e/ou fragmentos e partículas das rochas, devido à ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (plantas e animais).

Os processos erosivos podem ser divididos em 2 grupos principais (Proin/Capes & Unesp/IGCE, 1999):

- ***Erosão natural, geológica ou normal*** – representada pelo processo natural de denudação e evolução da superfície dos terrenos, desenvolvendo-se de forma lenta e contínua, de acordo com as condições de equilíbrio de formação do solo.
- ***Erosão acelerada ou antrópica*** – representada por processo induzido pela intervenção humana, altamente destrutivo, desenvolvendo-se rapidamente, sendo sua intensidade superior à formação do solo, não permitindo, desta forma, sua recuperação natural.

Considerando as atuais condições climáticas do Brasil, os processos erosivos também podem ser divididos em três diferentes grupos (Infanti Jr & Fornasari Filho 1998):

- ***Erosão hídrica*** – representada por processo erosivo geralmente envolvendo o solo, deflagrado pela ação de chuvas, compreendendo as seguintes etapas: impacto da chuva, provocando desagregação das partículas; remoção e transporte pelo escoamento superficial; e deposição do material formando depósitos de assoreamento. Podendo ser subdividida em ***laminar*** (em lençol ou superficial), quando há o processo de remoção de uma delgada e uniforme camada do solo superficial, provocada por fluxo hídrico não concentrado e ***linear*** que decorre da ação do escoamento hídrico superficial concentrado, desenvolvendo-se em três tipos diferentes: sulcos, ravinas e voçorocas (quando o sulco erosivo atinge o lençol freático).



- **Erosão eólica** – representada pela na ação combinada do vento e gravidade na desagregação e remoção de partículas de solo e rocha, ou seja, o processo ocorre pelo impacto das partículas sólidas carregadas pelo vento desgastando outros materiais e/ou pelo transporte de partículas desagregadas.
- **Erosão de leitos rochosos** – consiste na remoção de blocos rochosos pelas flutuações de pressões durante a dissipação de energia das quedas d'água, em cachoeiras, corredeiras e falésias.

Na área de estudo regional, são observados vários dos processos erosivos citados, no entanto em caráter local, ou seja, na ADA do empreendimento, tais processos de erosão não são observados, devido aproveitamento eficaz e conciso das áreas utilizadas para a instalação das estruturas do empreendimento, cabendo ressaltar que as características morfológicas e pedológicas locais corroboram para a existência deste cenário, pouco propício aos processos erosivos.

#### ➤ **Movimento de massa**

Movimentos de massa ocorrem basicamente quando as forças de tração, dadas pela gravidade atuando na declividade do terreno, superam as forças de resistências, principalmente as forças de atrito. A principal força de tração que causa movimentos de massas é a força de cisalhamento, quando esta supera o atrito, ocorre o movimento (Montgomery, 1992).

Os principais movimentos de massa existentes no Brasil são: rastejos, escorregamentos, movimento de blocos e corridas. Os referidos tipos de movimentos são definidos a seguir segundo Infanti Jr & Fornasari Filho (1998).

- **Rastejos (Creep)** - Provenientes de movimento descendente, lento e contínuo da massa de solo de um talude, caracterizando uma deformação plástica, sem geometria e superfície de ruptura definidas. Ocorrem geralmente em horizontes superficiais de solo e de transição solo/rocha, como também em rochas alteradas e fraturadas.
- **Escorregamentos (Slides)** - Provenientes de movimento rápido de massas do solo e/ou rocha, com volume bem definido, sendo que o centro de gravidade

do material se desloca para baixo e para fora do talude, seja ele natural, de corte ou aterro. Esse processo está associado à ruptura de cisalhamento, devido ao aumento das forças de tensões ou à queda de resistência, em períodos relativamente curtos, podendo ser classificados de acordo com sua geometria e a natureza do material, da seguinte forma: **escorregamentos planares (translacionais)** que são condicionados por estruturas geológicas planares, tais como: xistosidade, fraturamento, foliação, etc. Nas encostas serranas brasileiras são comuns escorregamentos planares de solo, com ruptura podendo ocorrer no contato com a rocha subjacente. **Escorregamentos circulares (rotacionais)** que apresentam superfície de deslizamento encurvada, correspondendo a movimento rotacional, segundo um eixo. Ocorre geralmente em aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas. E por fim **escorregamentos em cunha** que ocorrem ao longo de um eixo formado pela intersecção de estruturas planares em maciços rochosos, que desloca o material na forma de um prisma. São comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

- **Movimento de blocos** - deslocamentos, por gravidade, de blocos de rocha, sendo divididos em 4 tipos básicos: **queda de blocos** que são ocasionados por blocos de rochas que se desprendem do maciço e se deslocam em queda livre encosta abaixo, podendo ocorrer em volumes e litologias diversas. **Tombamento de blocos** que decorrem de movimento de rotação de blocos rochosos, condicionado por estruturas geológicas no maciço rochoso subverticais. **Rolamento de blocos** que são ocasionados por movimento de blocos rochosos ao longo de encostas, que ocorre geralmente pela perda de apoio (descalçamento) e por fim apresenta-se o **desplacamento** que é proveniente do movimento em queda livre ou por deslizamento de blocos rochosos, ao longo de superfícies estruturais (xistosidade, acamamento), que ocorre devido às variações térmicas ou por alívio de pressão.
- **Corridas (Flow)** – decorrentes de movimentos gravitacionais na forma de escoamento rápido, envolvendo grandes volumes de materiais. Caracterizados pelas dinâmicas da mecânica dos sólidos e dos fluidos, pelo volume de material

envolvido e pelo extenso raio de alcance que possuem, chegando até alguns quilômetros, apresentando alto potencial destrutivo.

Os mecanismos de geração de corridas de massa podem ser classificados quanto a origem da seguinte forma em **primária** que corresponde as corridas de massa envolvendo somente os materiais provenientes das encostas; **secundária** que correspondem a corridas de massa nas drenagens principais, formadas pela remobilização de detritos acumulados no leito e por barramentos naturais, envolvendo ainda o material de escorregamentos das encostas e grandes volumes de água das cheias das drenagens. Considerando as características do material mobilizado, as corridas podem ser classificadas em 3 tipos básicos: **corrida de terra (earth flow)**, proveniente de fluxo de solo com baixa quantidade de água, apresentando baixa velocidade relativa. **Corrida de lama (mud flow)**, proveniente de fluxo de solo com alto teor de água, apresentando média velocidade relativa e com alto poder destrutivo e **corrida de detritos (debris flow)**, proveniente de material predominantemente grosseiro, constituído por blocos de rocha de vários tamanhos, apresentando um maior poder destrutivo.

Na área de estudo regional, devido à intensa ação antrópica são observados vários dos processos de movimento de massa citados, no entanto, da mesma forma que foi relatada no item relativo à erosão, na ADA do empreendimento, tais processo não foram observados, cabendo ressaltar que as características morfológicas e pedológicas locais corroboram para a existência deste cenário, pouco propício.

#### ➤ **Assoreamento**

Assoreamento pode ser conceituado da seguinte forma: "*processos de acumulação de partículas sólidas (sedimentos) em meio aquoso ou aéreo, ocorrendo quando a força do agente transportador natural (curso d'água, vento) é sobrepujada pela força da gravidade ou quando a supersaturação das águas ou ar permite a deposição de partículas sólidas*" (Infanti Jr & Fornasari Filho, 1998).

Os sedimentos podem ser transportados em suspensão (partículas mais finas), por tração/rolamento (partículas mais pesadas) ou saltação (partículas intermediárias), isso

para uma mesma velocidade. A deposição ocorre quando a energia de fluxo não suporta mais transportar o sedimento, partícula ou fragmento de rocha.

A atuação antrópica vem intensificando e acelerando os processos de assoreamento na área de estudo regional do empreendimento, não só pela modificação da velocidade dos cursos d'água devido à implantação de barramentos, como também pelo aumento da erosão hídrica, em consequência de práticas industriais inadequadas, de obras de infraestrutura insuficientes, entre outros aspectos. Já na ADA do empreendimento, tal processo é observado de maneira pontual e minimizada, através da instalação de eficazes sistemas de controle de sedimentos e de drenagem pluvial nas estruturas do empreendimento.

#### ➤ **Inundação**

A inundação constitui-se em um processo de extravasamento das águas de um curso d'água para áreas marginais, ou seja, ocorre quando o fluxo d'água é superior à capacidade de descarga do canal. Já a enchente refere-se ao acréscimo na descarga d'água por um determinado período (Infanti Jr & Fornasari Filho, 1998).

Um dos fatores que mais interferem na ocorrência de inundação é a quantidade e o tipo de vegetação existente na bacia de captação da drenagem. A vegetação apresenta o caráter de facilitar a infiltração das águas pluviais para o solo e diminuir a velocidade de escoamento superficial, reduzindo a quantidade de água no canal em um mesmo momento, e, por consequência, diminuindo a possibilidade de ocorrência da inundação. Na área de estudo regional do empreendimento a interferência antrópica através de obras de impermeabilização do solo e aumento da velocidade de escoamento, contribui para a ocorrência cada vez mais intensa de inundações, principalmente nos centros urbanos. Na área diretamente afetada pelo empreendimento, tal processo não é observado, em decorrência da preservação das matas ciliares dos cursos d'água que percorrem a área.

#### ➤ **Subsidências e Colapsos**

O processo de subsidência corresponde ao movimento, relativamente lento, de afundamento de terrenos, devido à deformação ou deslocamento de direção, essencialmente, vertical descendente. O colapso apresenta a mesma definição, porém apresenta-se como um movimento brusco do terreno (Infanti Jr & Fornasari Filho 1998). Os colapsos de terrenos são considerados os principais causadores de acidentes sérios em regiões cársticas, ocasionando mortes até pelo desaparecimento súbito de pessoas



tragadas pelo afundamento. Porém, a subsidência também causa prejuízos econômicos e mortes pelo desmoronamento total ou parcial de construções (Nakazawa, Prandini & Diniz, 1995).

Um dos processos que mais ocasionam problemas de subsidência é denominado de carstificação, que é a dissolução de rochas por águas superficiais e subterrâneas, formando cavernas, dolinas, etc. A ação antrópica pode modificar esse processo de dissolução, através da alteração das propriedades físico-químicas das águas (acidificação) ou pela interferência na dinâmica das águas subterrâneas pelo bombeamento das mesmas (Infanti Jr & Fornasari Filho 1998).

Apesar da ocorrência de litotipos favoráveis aos processos de carstificação na área de estudo regional do empreendimento, tal processo não tem ocorrência registrada, sendo este mesmo contexto, observado na ADA do empreendimento, ou seja, este processo não é observado na mesma.

➤ **Zonas cársticas e susceptíveis a dolinamentos**

O termo “karst”, que significa campos de pedras calcárias, foi utilizado pela primeira vez para denominar uma paisagem constituída de calcário maciço com feições geomorfológicas peculiares à região Reka na Eslovênia (CHRISTOFOLETTI, 1980). Uma paisagem pode ser classificada como tradicionalmente cárstica por apresentar características que satisfazem as diversas denominações existentes sobre este termo. Entretanto, por não haver um consenso sobre os critérios que determinam uma paisagem cárstica, se torna difícil classificar paisagens que possuem tais feições e que não estão, predominantemente, situadas em rochas carbonáticas como o calcário. White (1988) acredita que o principal aspecto de uma paisagem cárstica é que o processo de dissolução seja o principal agente geomórfico do relevo. Além disso, o autor considera que, no carste, o transporte de massa em solução seja mais importante que por outros processos. Logo, White (1988) admite que o relevo cárstico possa ocorrer em outras litologias além das de origem carbonática. Ford; Williams (1989) considera que a hidrologia em subsuperfície é o que potencializa a formação de uma paisagem cárstica, sendo ela uma importante evidência para a classificação deste tipo de relevo. Jennings (1985) também considera que a dissolução pode não ser o fator predominante, mas é o fator mais importante para a formação desta paisagem, pois é através dela que ocorre o alargamento dos pequenos condutos em subsuperfície, causando aumento da permeabilidade da rocha. Hardt & Pinto

(2009) também propõe uma discussão acerca do conceito e defende que as formas cársticas são geradas quando o papel da dissolução é fundamental (embora não necessariamente predominante).

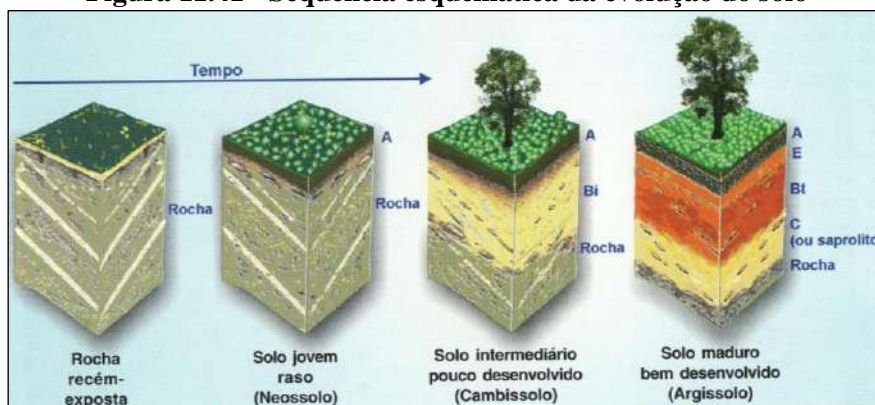
Baseando-se na literatura, pode-se considerar que o processo denominado carstificação ocorre tanto em rochas carbonáticas quanto nas não-carbonáticas.

A área de estudo regional do empreendimento localiza-se na região cárstica do Quadrilátero Ferrífero, região predominantemente composta por rochas ferríferas e quartzíticas que apresentam poucos processos de dolinamentos, e a região ainda apresenta, de acordo com o mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades elaborado pelo CECAV, médio e baixo grau de potencialidade, portanto, tais dados permitem afirmar, que a região apresenta áreas com susceptíveis a dolinamentos.

### 11.1.7 Pedologia e Aptidão Agrícola

Pedologia é o estudo dos solos no seu ambiente natural, sendo um ramo da geografia física, abrangendo a pedogênese, a morfologia e a classificação de solos. A figura a seguir, mostra, esquematicamente, a evolução pedogenética na natureza.

Figura 11.41 - Sequência esquemática da evolução do solo



Fonte: Buol et al. 1997

Essa sequência, mesmo que de forma genérica, expressa as fases da formação dos solos ao longo da linha do tempo, evidentemente sem considerar outros aspectos importantes como o clima, o tipo da rocha, entre outros.

Na região do Projeto 4M, na Sinclinal Gandarela, ocorrem significativas extensões de canga e seus ecossistemas relacionados, incluindo os aspectos pedogenéticos.

### 11.1.7.1 Caracterização pedológica da área de estudo regional

Em função da diversidade de formas de relevo, que reflete o condicionamento litológico e estrutural, os solos da região do Quadrilátero Ferrífero, estão diretamente associados ao contexto geodinâmico local e regional.

As classes de solos predominantes na área de estudo regional do empreendimento estão representadas pelos neossolos litólicos, quando associados às cristas e às linhas de cumeadas, latossolos ferríferos quando associados às superfícies cimeiras, com ocorrência de coberturas lateríticas, cambissolos e latossolos, quando associados às regiões mais rebaixadas, emolduradas por coberturas superficiais mais espessas e neossolos flúvicos quando associados às planícies e terraços fluviais.

Nos topos das unidades serranas do Quadrilátero Ferrífero encontram-se os latossolos sob formações ferríferas, com alto teor de ferro, intensamente exploradas pelas atividades minerárias.

Nos neossolos litólicos, o horizonte A repousa diretamente sobre a rocha, sem o desenvolvimento de outro horizonte, apresentando características herdadas diretamente da rocha. A pouca profundidade e a baixa fertilidade natural são os grandes limitantes para o desenvolvimento da maioria dos vegetais, predominando a vegetação campestre e formações rupestres, característica em todas as regiões mais elevadas do quadrilátero. A transição da fina camada de solo orgânico para a rocha se faz por meio de um plano de escoamento pluvial, favorecendo os deslizamentos de terras.

À medida que a topografia torna-se mais suave, ocorrem os latossolos e cambissolos.

Os latossolos geralmente têm boas propriedades físicas e baixa fertilidade natural. Apesar de muito argilosos, apresentam boa permeabilidade, com alta taxa de infiltração. Esta característica, somada às condições topográficas satisfatórias, favorecem uma baixa susceptibilidade à erosão.

Sobre os latossolos, originados das formações ferríferas, ocorrem coberturas lateríticas dispersas, de idade provável terciária, formadas por canga ferruginosa e lateritos argilo-arenosos, que localmente contêm rolados de itabirito e hematita compacta. Cobrem as unidades dos Grupos Itabira, Caraça e Piracicaba, como produtos in situ e transportados, do intemperismo de itabiritos e quartzitos e dolomitos ferruginosos.

Associados aos latossolos ocorrem cambissolos, ocupando geralmente as áreas côncavas das encostas íngremes, diferenciando dos primeiros pela pouca espessura do horizonte B,

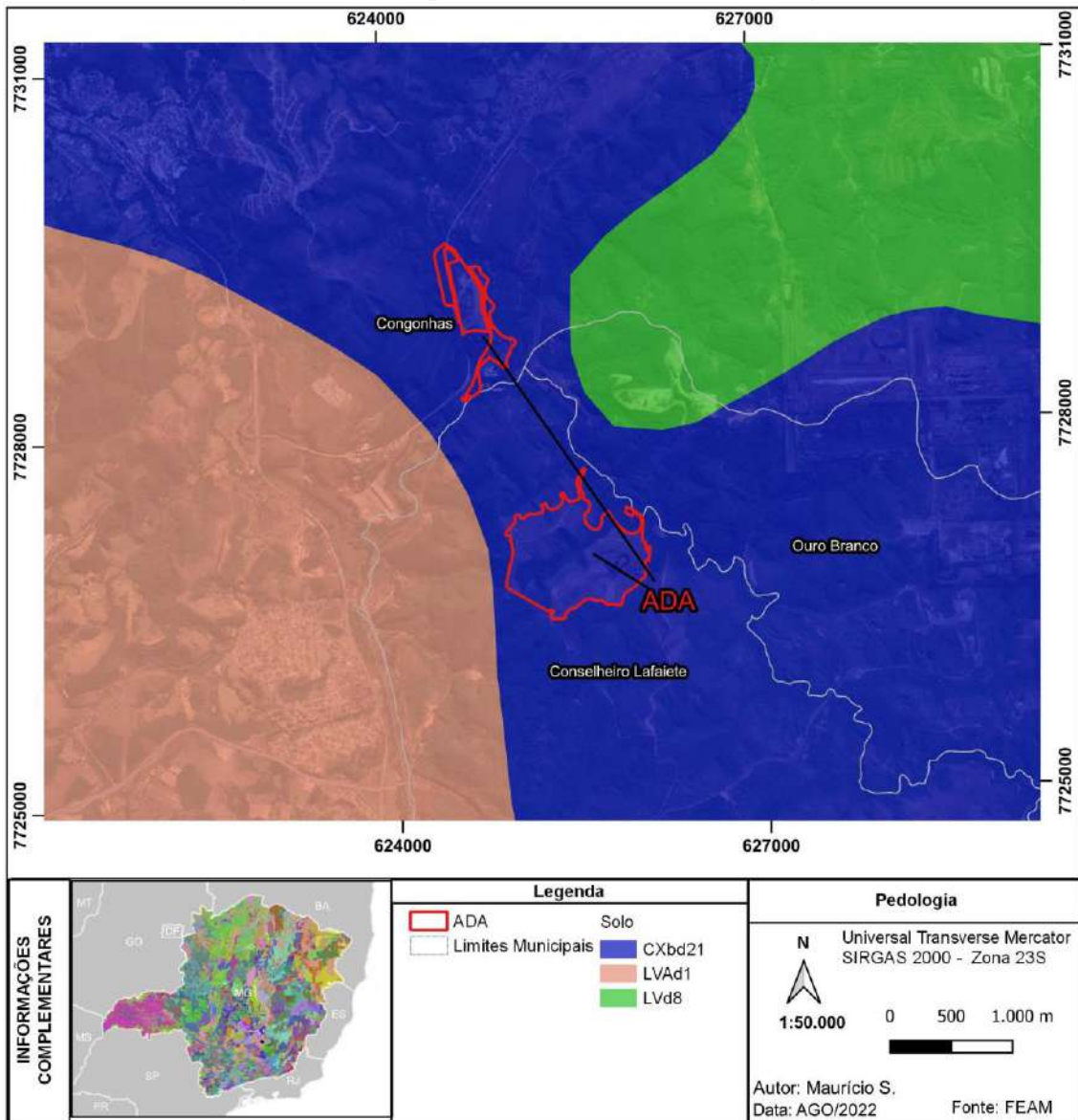
ou pela maior presença de silte. A ausência de uma estrutura pouco desenvolvida faz com que esses solos sejam susceptíveis à erosão, podendo ocorrer um intenso processo de erosão laminar e, quando rasos, podem expor o horizonte C e favorecer o aparecimento de voçorocas.

Coligados às planícies fluviais dos cursos d'água que drenam o Quadrilátero Ferrífero, ocorrem os neossolos flúvicos, compreendendo solos pouco desenvolvidos, resultantes de deposições fluviais recentes, ocorrendo em faixas pequenas e estreitas ao longo dos cursos d'água. Apresentam distribuição desuniforme na composição granulométrica e na presença de matéria orgânica, diferenças que variam em pequenas distâncias, tanto horizontal quanto verticalmente, com baixo desenvolvimento pedogenético. Apresentam média propensão à erosão, mas são susceptíveis a inundações frequentes.

A figura a seguir apresenta as classes de solos que ocorrem na área de estudo regional do empreendimento.



Figura 11.42 - Mapa de solos da área de estudo regional



### 11.1.7.2 Caracterização pedológica local

A cobertura de solos na área do empreendimento é predominantemente constituída de Cambissolo (CXdb21), que compreende solos câmbicos com textura argilosa e média, típicos do intemperismo de rochas pelito-carbonatadas e ferríferas, associado aos solos Litólicos, com textura argilosa, pouco espessos, que se caracterizam por oferecerem poucos microorganismos para a formação dos solos.

Os Cambissolos são solos que apresentam certo grau de evolução do horizonte B, porém não o suficiente para alterar completamente minerais primários de fácil intemperização. Apresentam horizontes ABC pouco diferenciados, com baixo gradiente textural entre o

A e o B, e normalmente baixa capacidade de troca e alta relação silte/argila. Os altos teores de silte, a pequena espessura do solum (horizontes A+B) e a ausência de uma estrutura mais bem desenvolvida (pouco coesos), tornam esses solos altamente susceptíveis à erosão e facilmente encrostáveis.

A baixa fertilidade natural, a falta de água e a susceptibilidade à erosão são os fatores que mais limitam a utilização desses solos. A produtividade biológica nestes sistemas é muito baixa e a cobertura vegetal, tendo gramíneas como um dos principais componentes, expõe muito o substrato do solo. A presença de encrostamento entre tufo de capim é uma constante. Pode-se constatar geralmente um intenso processo de erosão laminar, e sendo rasos, o horizonte C é exposto com certa facilidade, podendo haver o aparecimento de voçorocas (Resende, 1985). Dependendo da natureza e da espessura do horizonte C, pode-se ter casos muito expressivos de voçorocamento.

Com ocorrência observada pelos levantamentos realizados em campo figura a classe representada pelos solos Lítólicos, que por sua vez ocorrem nas partes mais acidentadas e são solos minerais rasos, pouco desenvolvidos, com uma profundidade em torno de 40 cm. Apresentam-se com alta pedregosidade possuindo, em geral, uma fina camada de material terroso sobre a rocha (na área associados a filitos e a quartzitos). São considerados distróficos, por serem essas rochas pobres em nutrientes, instáveis, perdendo rapidamente os nutrientes na ausência da cobertura vegetal. Abrange desde solos com horizonte A ausente até solos com horizonte B relativamente desenvolvidos, porém pouco espessos, contendo quantidade de cascalho maior que a de terra, e solos com horizonte A de cores brunadas, com espessuras em torno de 15 cm.

### **11.1.7.3 Aptidão Agrícola**

Aptidão agrícola é a combinação de “ofertas ambientais” inatas como solo, relevo, clima, vegetação e geologia. Este conjunto é de grande importância para se planejar uso adequado da área e, sobretudo, se evitarem possíveis danos ambientais.

A avaliação da aptidão agrícola consiste, em síntese, na interpretação das qualidades do ecossistema por meio da estimativa das limitações das terras para uso agrícola e das possibilidades de correção ou redução dessas limitações, de acordo com diferentes níveis de manejo.

No caso em questão, considerando a reduzida extensão da área do empreendimento, bem como a uso e aproveitamento do solo no entorno do mesmo, não se justifica uma avaliação de alternativas de uso comparando as atividades do empreendimento com o aproveitamento agrícola da área envolvida.

### **11.1.8 Espeleologia**

#### **11.1.8.1 Caracterização espeleológica da área de estudo regional**

A área de estudo regional está inserida na unidade espeleológica do Quadrilátero Ferrífero-Conceição, delimitada como província espeleológica por Belo de Oliveira *et. al* 2011, sendo que este enfoque regional foi condicionado pelo Supergrupo Minas (Dorr, 1969) e por rochas cronocorrelatas. Esta província é contemplada por três formas de ocorrência de cavernas, vinculadas a três grupos de rochas (ferríferas, siliciclásticas e carbonáticas).

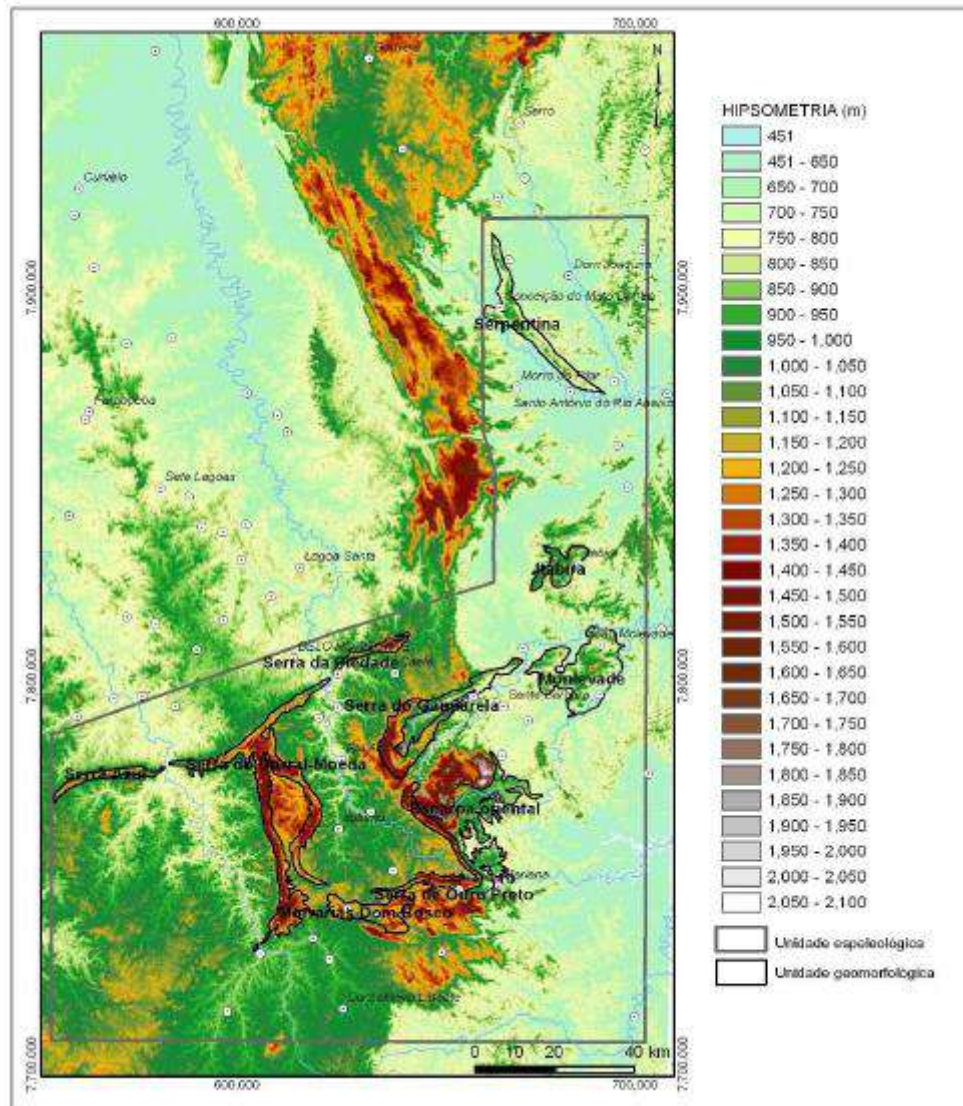
A maior ocorrência de cavidades no QF-Conceição está registrada no grupo das rochas ferríferas, com cavernas em cangas, itabiritos, hematita compacta e laterita. Seguido pelo grupo das rochas siliciclásticas, com cavernas em quartzitos e conglomerados. Por último, estão as rochas carbonáticas, com poucas cavidades em dolomitos e calcários. Os depósitos de minérios de ferro do QF estão condicionados por fatores tectônicos, morfoclimáticos e litológicos, onde as coberturas de canga/laterita são responsáveis pela existência da maioria das cavernas do grupo.

O tamanho das cavernas em rochas ferríferas no QF-Conceição gira em torno de uma média de 30 m de projeção horizontal. A maior caverna nesses litotipos, até o momento, encontra-se na Serra da Piedade, com aproximadamente 400m de projeção horizontal.

Dentro da unidade espeleológica QF-Conceição foram delimitadas dez unidades geomorfológicas (Belo de Oliveira *et. al.*, 2011) e de acordo com o definido na Instrução Normativa 02/2017: “análises referentes ao enfoque local são delimitadas pela unidade geomorfológica que apresente continuidade espacial podendo abranger feições como serras, morrotes ou sistema cárstico, o que for mais restritivo em termos de área, desde que contemplada a área de influência da cavidade” (Art. 14 §1). A demarcação das unidades geomorfológicas foi feita com base no critério litológico-fisiográfico (através da utilização do Supergrupo Minas) e em sua continuidade espacial (presença de planície de inundação, com áreas mais arrasadas). As unidades definidas foram assim

denominadas- Serra da Serpentina, Itabira, João Monlevade, Serra da Piedade, Quadrilátero Oeste, Serra Azul, Morrarias de Dom Bosco, Serra do Gandarela, Serra de Ouro Preto - Antônio Pereira e Escarpa Oriental do Caraça.

**Figura 11.43- Localização da Unidade Espeleológica QF–Conceição e das Unidades Geomorfológicas**



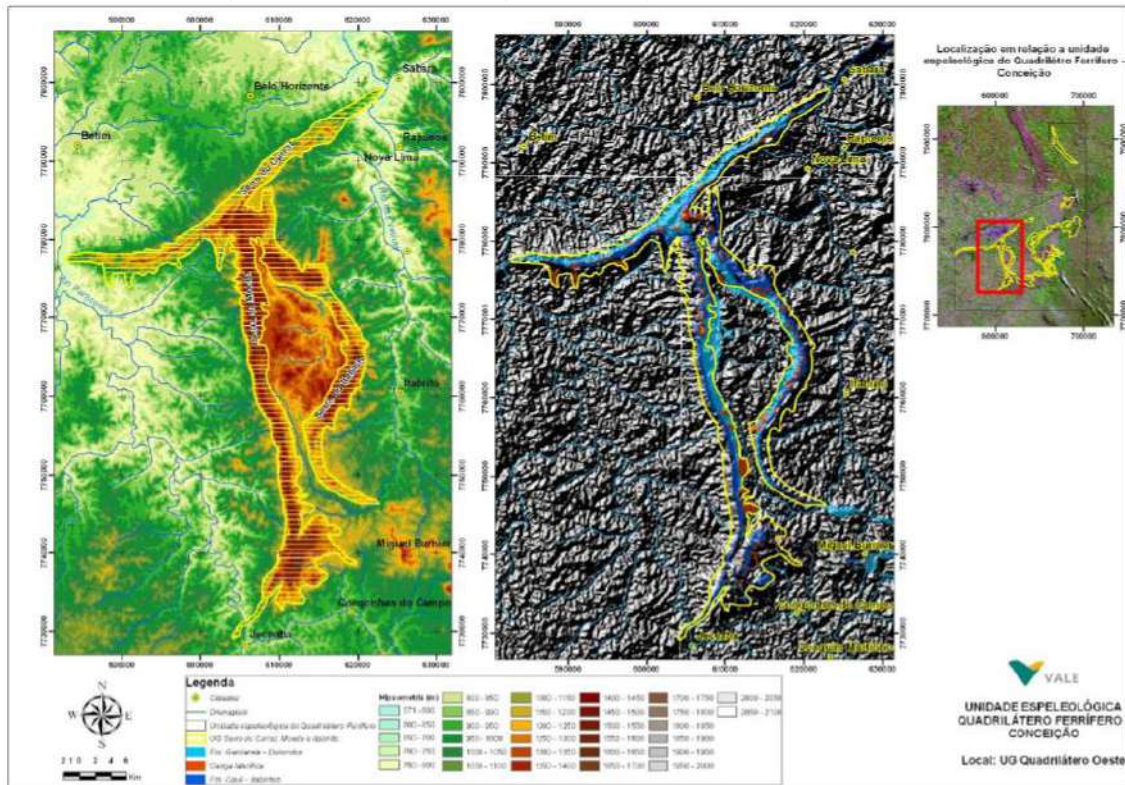
Fonte: Belo de Oliveira et al 2011.

### 11.1.8.2 Caracterização espeleológica local

A delimitação das unidades geomorfológicas proposta por Belo de Oliveira *et al* (2011), apresenta a Unidade Quadrilátero Oeste, que compreende 391 km<sup>2</sup> de área e situa-se na borda oeste do QF, imediatamente a sul de Belo Horizonte, seguindo até as cidades de Jeceaba e Congonhas do Campo. Trata-se uma unidade geomorfológica de serra, com continuidade espacial, embora apresente inflexões em sua direção e variações de toponímia - Curral, Moeda e Itabirito



Figura 11.44 – Unidade geomorfológica Quadrilátero Oeste



Fonte: Belo de Oliveira *et al* 2011.

A seguir apresenta-se a metodologia e os resultados provenientes do caminhamento espeleológico realizado na ADA e na AE (entorno de 250m) do empreendimento, o Estudo de Prospecção espeleológica é apresentado no **Anexo 04** do presente documento. A prospecção espeleológica visa apresentar a caracterização da Área Diretamente Afetada (ADA) e da Área de Entorno (AE), conforme recomendações das normas legais vigentes, quanto às suas características espeleológicas e propicia a avaliação do potencial espeleológico local das áreas analisadas. A metodologia utilizada para a realização da prospecção espeleológica, bem como para os demais itens apresentados neste trabalho serão descritas e os resultados, presença ou ausência de cavidades naturais subterrâneas, serão apresentados nas considerações finais do presente documento.

Nas atividades de escritório, anteriores a fase de campo, foram realizadas pesquisas bibliográficas, visando avaliar o conhecimento pré-existente das áreas de trabalho. Também, foram consideradas informações preliminares de pesquisadores que já haviam estudado a região, no que diz respeito ao patrimônio espeleológico, incluindo consulta ao

banco de dados do CECAV, o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE).

Inicialmente, realizou-se interpretação de imagens e mapas topográficos com a finalidade de identificar, caracterizar e interpretar áreas com potencial espeleológico através da análise de características locais como o contexto geológico, os padrões estruturais e geomorfológicos, a rede hidrográfica e os divisores de águas (interflúvios), além de se verificar estradas e caminhos existentes na região.

Foram realizadas análises comparativas entre os dados obtidos nas bases cartográficas, nas imagens e nos mapas geológicos disponíveis (mapa geológico da folha parcial de Congonhas, SF.23-X-A-VI-1, na escala da 1:50.000 (Lobato et al, 2005), imagens de satélite Landsat, do programa Google Earth e de relevo SRTM (USGS), e mapas hipsométricos, confeccionados a partir das imagens SRTM, com o intuito de delimitar áreas de trabalho específicas dentro da ADA e AE do empreendimento, além de permitir uma otimização do planejamento e execução dos trabalhos de campo.

Desta forma foram definidas as áreas prioritárias para o levantamento de acordo com as características que favorecem ou dificultam os processos de espeleogênese. Em todo o processo realizado, utilizaram-se ferramentas de geoprocessamento com integração de mapas geológicos, geomorfológicos, topográficos, fitofisiológicos e imagens de satélite. O critério de potencial espeleológico foi criado para indicar áreas prioritárias para a realização de estudos e conservação, e inicialmente foi condicionado apenas à quantidade de ocorrências relacionadas a cada tipo de rocha. Diante de um aumento considerável do registro de ocorrências de cavidades em litologias que até então não eram consideradas como propícias à espeleogênese e diante da necessidade de aprimoramento da gestão do patrimônio espeleológico, houve o aprimoramento da metodologia para a estimativa do potencial de ocorrência de cavidades no Brasil.

Considerando as informações relativas à localização das principais regiões cársticas brasileiras; ao mapa geológico do Brasil elaborado pelo CPRM (com ênfase nos campos "Litologia1", "Litologia2" e "Nome da Unidade", da tabela de atributos) e aos dados geoespacializados de cavernas disponibilizadas pelo CECAV e ainda através de revisões bibliográficas, foi aprimorada a metodologia que estabelece o grau de potencialidade de ocorrência de cavernas e foram determinadas cinco classes de potencialidade, quais

sejam: “Muito Alto”; “Alto”; “Médio”; “Baixo”; e “Ocorrência Improvável” (Jansen, 2012).

Além da litologia, variáveis tais como estruturas geológicas, hidrografia, declividade, hipsometria e feições geomorfológicas, além da fitofisionomia são determinantes para a análise do potencial espeleológico, uma vez que, os processos geomorfológicos moldam a paisagem propiciando desníveis topográficos essenciais ao processo de espeleogênese como, por exemplo, o gradiente altimétrico, essencial para a ação das águas sobre as rochas, através da remoção de material e da infiltração. Cada uma dessas variáveis interfere de forma mais ou menos significativa para determinação do potencial espeleológico, sendo que todas foram consideradas para a determinação do potencial espeleológico local das áreas em estudo.

Com base nos dados e nas interpretações obtidas dos mapas geológico, topográfico, hipsométrico e das imagens de satélite preparou-se um mapa de potencialidade espeleológica, que abrange todo interior da área do projeto e o entorno, representado pelo buffer de 250 m.

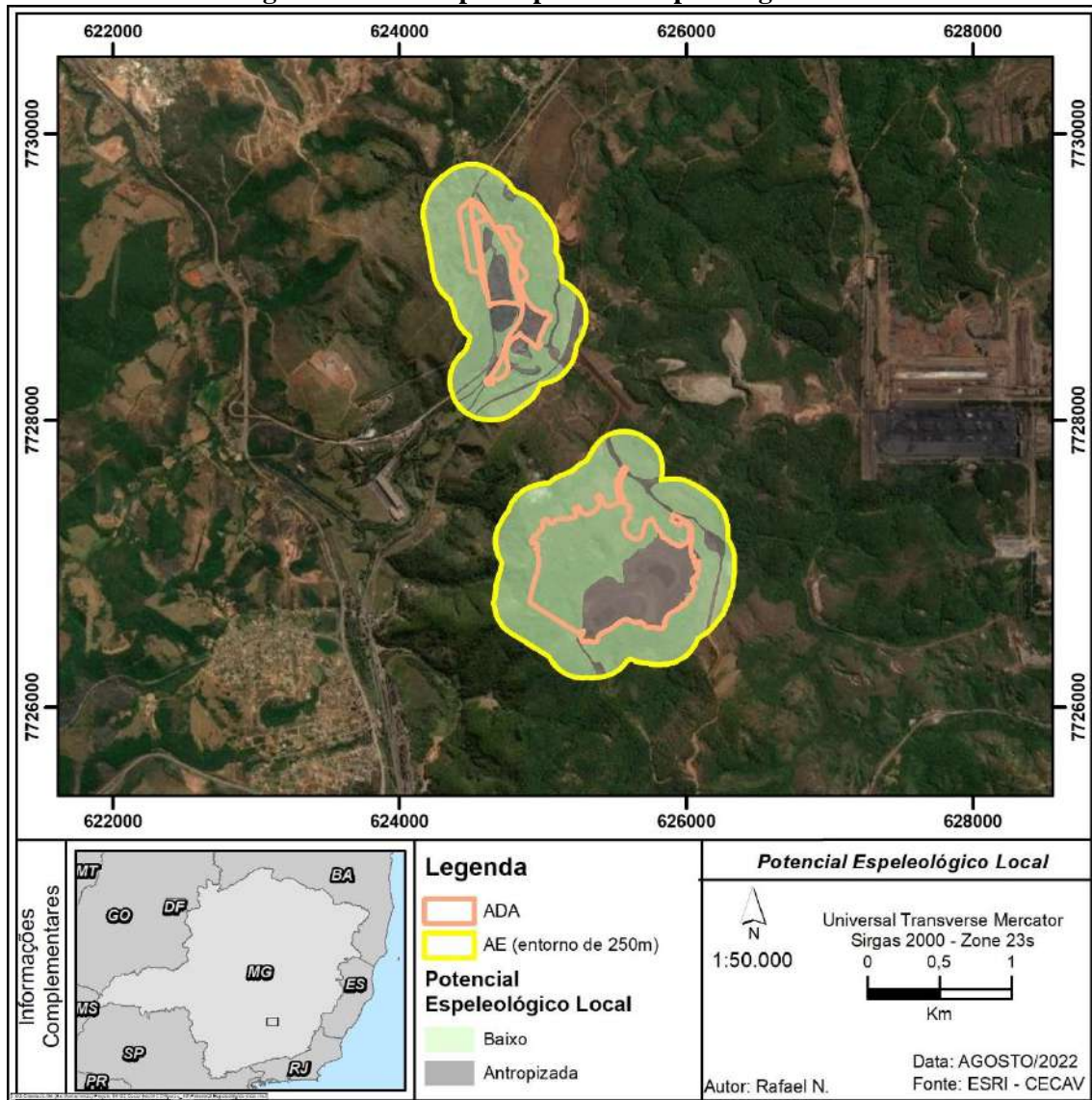
O mapa de potencial espeleológico local delimitou duas zonas de potencialidade espeleológica de acordo com fatores principais (litologia, topografia e hidrografia), mas tendo como cerne a proposta de classificação de potencialidade espeleológica feita pelo CECAV, de acordo com os trabalhos de Piló e Auler (2011) e Jansen (2012). O tipo de litologia presente no substrato rochoso é diretamente ligado a ocorrências de cavidades catalogadas no Brasil, conforme mostra o trabalho de Piló e Auler (2011) e a topografia e a hidrografia, por sua vez exercem papel fundamental no grau de exposição dos afloramentos rochosos influenciando assim, na possibilidade de ocorrência de cavidades. Deste modo classificaram-se as seguintes zonas de potencial espeleológico:

**Baixo Potencial Espeleológico:** Ocorre de forma predominante na ADA e AE (entorno de 250 m) e foi assim classificada, principalmente, devido à ausência de litologia favorável à espeleogênese, à presença de espesso pacote de solo e cobertura vegetal densa, além de não apresentar amplitude topográfica que propicie a ocorrência de quebras abruptas de relevo.

**Área Antropizada:** Ocorre nas porções sul, nordeste e norte da ADA e da AE (entorno de 250 m) e foi assim classificada, por corresponder a uma porção de área utilizada para atividade minerária e estruturas associadas.



Figura 11.45 – Mapa do potencial espeleológico local



Foram percorridos cerca de 46 quilômetros e registrados um total de 88 pontos de controle, não sendo identificadas cavidades e/ou feições espeleológicas.

As áreas analisadas apresentam, de acordo com o CECAV, médio e baixo potencial para ocorrência de cavidades, no entanto, as observações em campo dos atributos geológicos, geomorfológicos e hidrográficos das mesmas, permitiram delimitar duas classes distintas de potencial espeleológico: baixa e área antropizada, isto, devido aos litotipos predominantes, a cobertura por espesso pacote de solo e a ocorrência de vegetação proveniente de intervenções antrópicas, compondo um cenário local pouco favorável aos processos de espeleogênese.

### 11.1.9 Recursos Hídricos

A área do Projeto 4M em âmbito federal está situada na Bacia do rio São Francisco, a nível estadual, está nos domínios da bacia do Rio Paraopeba (UPGRH SF3), sub-bacia do rio Maranhão.

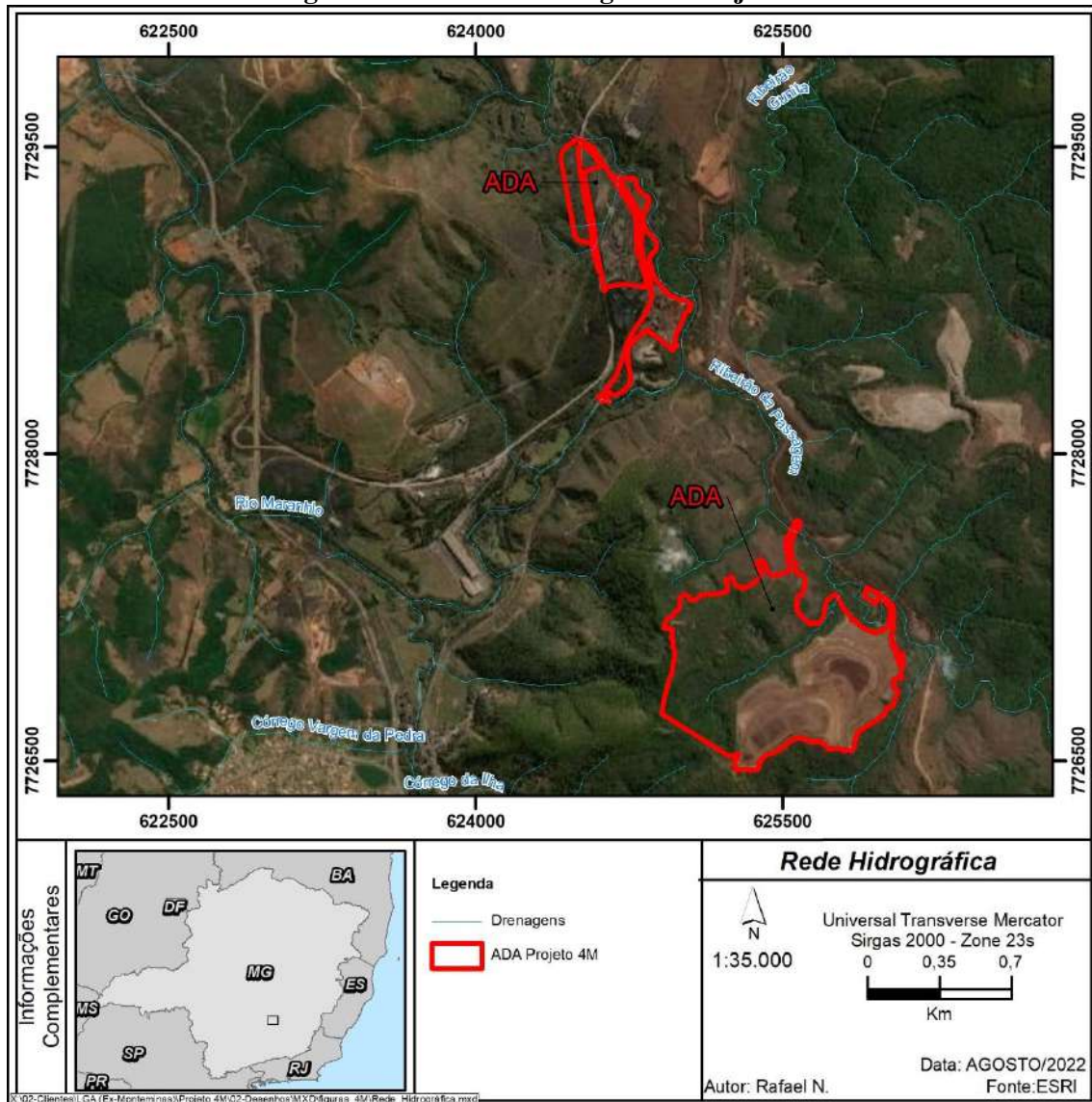
Localmente, a área é drenada por dos afluentes do rio Maranhão, ribeirão da Passagem, ribeirão Soledade e ribeirão Gurita e seus afluentes.

O rio Maranhão pertence a bacia do rio Paraopeba, um dos principais afluentes do rio São Francisco em seu alto curso, localizando-se na região central do Estado de Minas Gerais. Sua bacia de contribuição totaliza 714,6 km<sup>2</sup> e abrange a totalidade dos municípios de Congonhas do Campo, Conselheiro Lafaiete e Ouro Branco, além de partes dos municípios de Itaverava e Ouro Preto (IGAM, 2003).

A figura a seguir apresenta a rede hidrográfica da região do Projeto 4M.



Figura 11.46 – Rede Hidrográfica Projeto 4M



### 11.1.9.1 Bacia Hidrográfica do São Francisco

A Bacia do rio São Francisco possui uma área de drenagem de 639.219 km<sup>2</sup>, equivalente a 7,5 % da área do país. Escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, o rio São Francisco percorre aproximadamente 2.700 km até a sua foz, na divisa dos estados de Alagoas e Sergipe.

A grande dimensão territorial da bacia do rio São Francisco motivou a sua divisão por regiões para fins de melhor planejamento e gestão e para facilitar a localização das diversas populações e ambiências naturais. A divisão territorial foi elaborada com base nas altitudes dos trechos no sentido de escoamento do rio.

A região do Alto São Francisco, divisão inicial, correspondente a 17,5% da área total da bacia tem início na Serra da Canastra, em suas nascentes a 1.280 m de altitude e se estende até a cidade de Pirapora, no centro-oeste de Minas Gerais.

A região seguinte, denominada Médio São Francisco, abrange todo curso do rio até a represa de Sobradinho, no município baiano de Remanso, é a maior área da bacia, ocupando cerca de 53% da área total.

Depois do município de Remanso, o rio segue para leste, constituindo a divisão dos estados da Bahia e Pernambuco até o limite com o estado de Alagoas, essa região corresponde ao Sub-médio São Francisco e abrange cerca de 25 % da área total da bacia. A região denominada Baixo São Francisco abrange uma área de aproximadamente 41,5% da área total da bacia e se estende até a foz do rio.

Essa divisão foi atualizada em 2016 com a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco e o quadro a seguir apresenta as características das regiões hidrográficas considerando a redelimitação.

**Quadro 11.11 - Características das regiões hidrográficas da bacia do São Francisco**

REGIÃO FISIAGRÁFICA	ÁREA		UF NA REGIÃO FISIAGRÁFICA	POPULAÇÃO RESIDENTE EM 2010	Nº SUB-BACIAS
	KM <sup>2</sup>	% DA BACIA			
Alto São Francisco	253.291,0	39,8	92,6% MG 5,6 % BA 1,2% GO 0,5% DF	11.846.908	14
Médio São Francisco	247.518,8	38,9	100% BA	2.065.925	6
Submédio São Francisco	105.540,5	16,6	59,4% PE 39,5% BA 1,1% AL	2.239.414	9
Baixo São Francisco	29.866,5	4,7	43,9% AL 23,8% SE 22,8% PE 9,5% BA	2.095.123	5

Com grande diversidade ambiental, a Bacia do rio São Francisco contempla fragmentos de diversos biomas, como floresta atlântica, cerrado, caatinga, costeiros e insulares. O clima apresenta uma variabilidade associada à transição de úmido para árido, com temperatura média anual variando entre 18°C e 27°C, a pluviosidade apresenta média anual de 1036 mm e a evapotranspiração média é de 896 mm/ano.

O Plano Decenal de Recurso Hídricos da Bacia, concebido entre os anos de 2003 e 2013, apontou que mais de 70% das demandas de água da bacia são para atendimento à irrigação, com maiores concentrações no Médio e Sub-médio, porém, já no Alto São Francisco, as demandas mais expressivas estão relacionadas, sobretudo com as indústrias siderúrgicas, mineração, química, têxtil, papel e equipamentos industriais, sendo a região metropolitana de Belo Horizonte a mais crítica em poluição por lançamento de esgotos domésticos e industriais, além de alta carga inorgânica proveniente da extração e beneficiamento de minério e minerais.

Para a região nordeste do país, o rio constitui a base para o suprimento de energia elétrica abrigando nove usinas hidrelétricas em operação atualmente.

Nesse contexto de subdivisão da bacia, a região do futuro empreendimento está inserida na região hidrográfica Alto São Francisco.

#### ➤ **Região Hidrográfica Alto São Francisco**

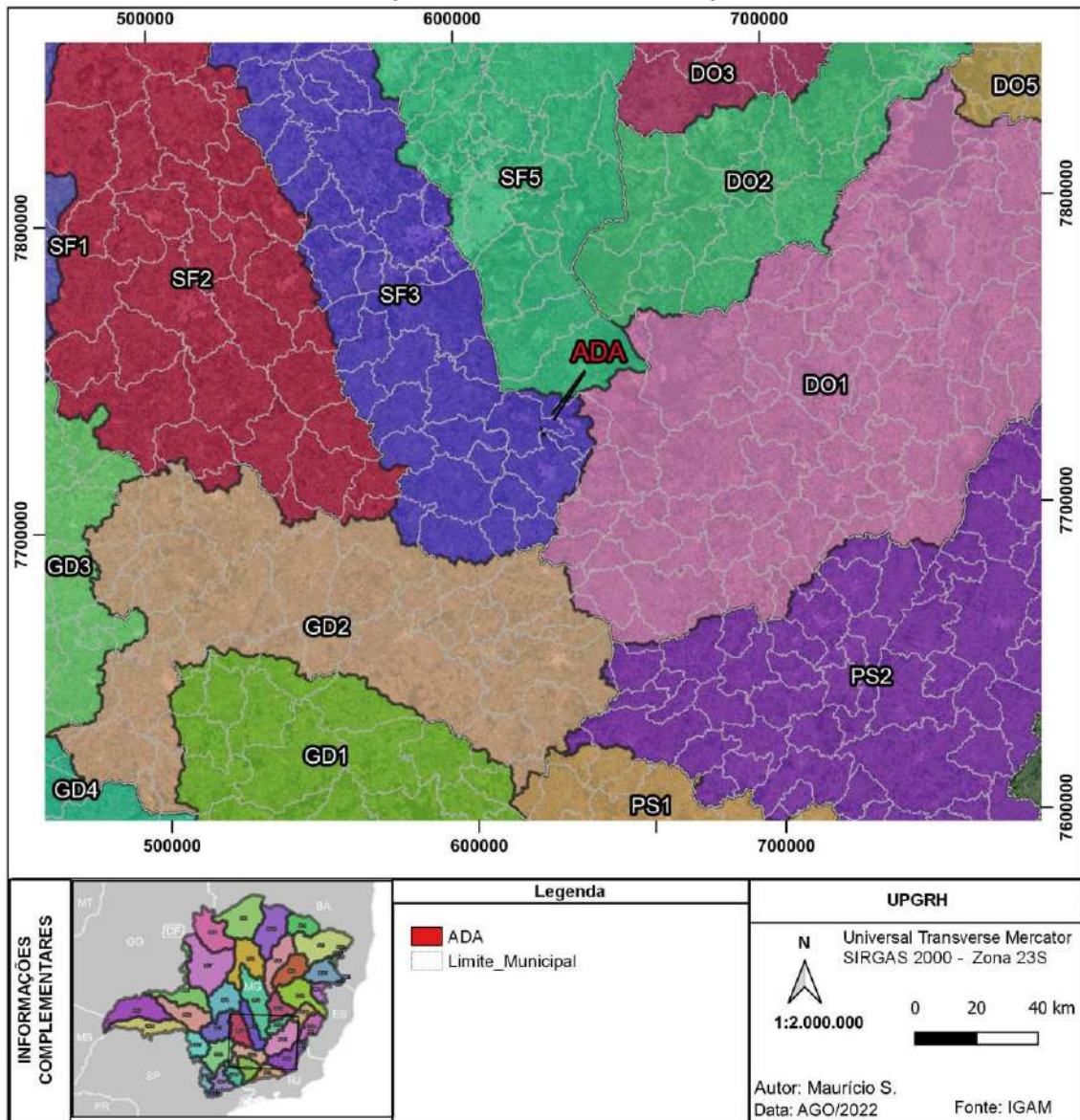
A região hidrográfica denominada de Alto São Francisco em Minas Gerais compreende as nascentes do rio São Francisco, Pará, Paraopeba, das Velhas, Indaiá e Borrachudo e seus afluentes até o reservatório de Três Marias, como também, a bacia do rio Abaeté localizada a jusante do referido reservatório, a bacia ocupa uma área de 253.291,0 km<sup>2</sup>, cerca de 40% da área total da bacia.

De acordo com as Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) estabelecidas pela Deliberação Normativa do CERH/MG nº06/2002 e suas alterações, essa região hidrográfica abriga algumas UPGRH, a saber; SF-1: Nascentes do rio São Francisco até confluência com o rio Pará; SF-2: Bacia hidrográfica do rio Pará; SF-3: Bacia hidrográfica do rio Paraopeba, SF-4: Entorno do reservatório de Três Marias e SF-5: Bacia hidrográfica do rio das Velhas.

O Projeto 4M encontra-se na UPGRH SF-3.



Figura 11.47 – Localização do Projeto 4M em relação a UPGRH SF-3



### 11.1.9.2 Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba

A Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba, UPGRH – SF3, está situada no sudeste do estado de Minas Gerais abrangendo uma área de 13.643 km, que corresponde a 2,5% da área total do estado de Minas Gerais.

O rio Paraopeba tem suas nascentes ao sul do município de Cristiano Ottoni e possui como seus principais afluentes os rios Águas Claras, Macaúbas, o rio Betim, o rio Camapuã, o rio Manso, ribeirão do Cedro e ribeirão do Chico. Ele é um dos mais importantes

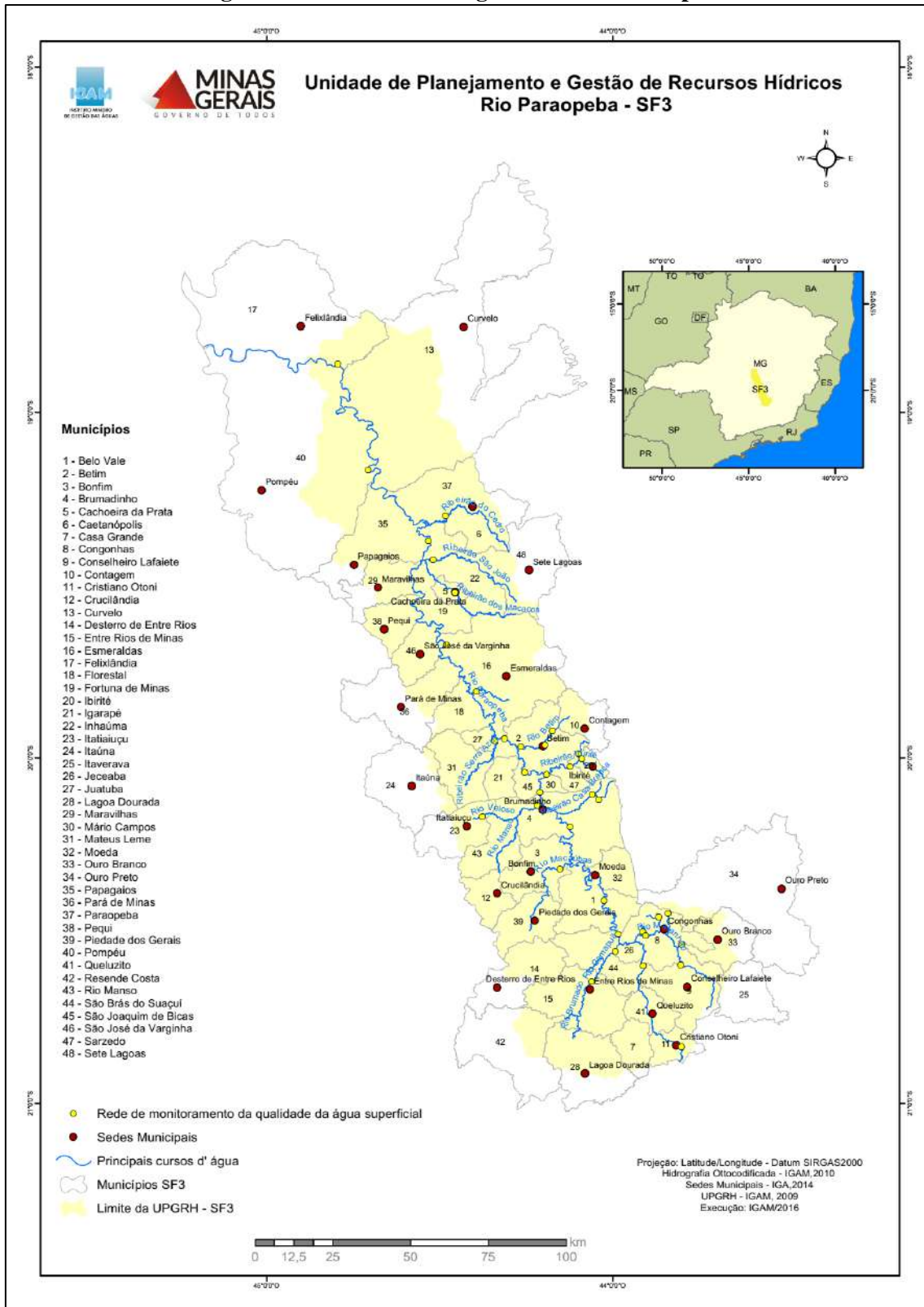
tributários do Rio São Francisco, percorrendo aproximadamente 510 quilômetros até a sua foz no lago da represa de Três Marias, no município de Felixlândia.

O rio Paraopeba possui uma divisão de território definida da seguinte forma:

- Alto Paraopeba – Cristiano Otoni a Belo Vale.
- Médio Paraopeba – Belo Vale até ribeirão Grande em Esmeraldas.
- Baixo Paraopeba – ribeirão Grande até a foz do rio (Represa de Três Marias).



Figura 11.48 – Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba



### *Principais Usos da Água*

A utilização das águas da Bacia do rio Paraopeba corresponde principalmente aos empregos domésticos e industriais, com 60% da demanda pelo recurso. Corresponde à parcela utilizada pelo sistema público estadual – COPASA, para o abastecimento doméstico e industrial e nesse caso deve-se computar ainda as captações particulares para abastecimento industrial, sobretudo, das mineradoras que utilizam o insumo para tratamento mineral.

#### **11.1.9.3 Sub-bacia do rio Maranhão**

A bacia do rio Maranhão abriga uma população estimada aproximada de 227.000 habitante (IBGE,2021), estando 95% concentrada nas sedes urbanas dos três principais municípios nela inseridos, sendo eles Congonhas, Conselheiro Lafaiete e Ouro Branco.

O histórico de ocupação e estruturação econômica da região é marcado pelas atividades de mineração iniciadas no século XVI, em Minas Gerais.

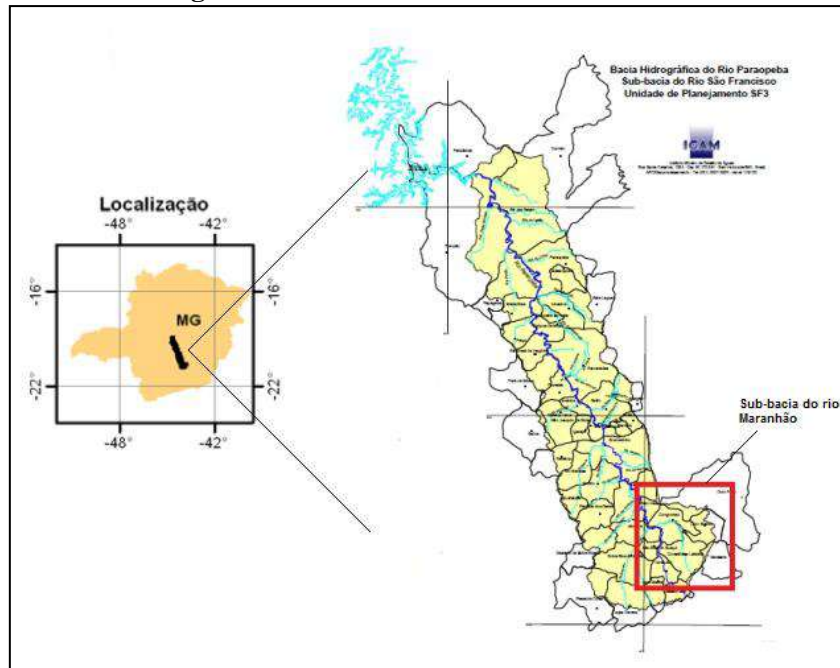
Está localizada em região de relevo montanhoso, fortemente ondulado e de clima mesotérmico, com temperaturas moderadas e altos índices pluviométricos, concentradas nos meses de verão (IGAM, 2003).

O rio Maranhão é formado, basicamente, pela confluência de dois cursos d'água logo a jusante do município de Conselheiro Lafaiete: os ribeirões Ventura Luiz e Bananeiras, que nascem ao sul deste município se desenvolvendo no sentido sul-norte. Seus principais afluentes deságuam na margem direita, uma vez que seu leito desenvolve-se paralelo e próximo ao divisor de águas do rio Paraopeba, no lado oeste da bacia.

O Projeto 4M está inserido nas proximidades do rio Maranhão, ribeirão Soledade e ribeirão da Passagem e Gurita.

O rio Maranhão estende-se na direção sul-norte do município de Congonhas e segue em direção oeste onde se encontra com o Córrego Casa de Pedra até desaguar no rio Paraopeba (IGAM, 2011). Há ainda a sub-bacia do rio Soledade, que nasce em Ouro Preto, passa pelo distrito de Lobo Leite e deságua no rio Maranhão (Marçal, 2010) e a nascente do córrego das Areias, um dos principais afluentes do rio Paraopeba (IGAM, 2011).

Figura 11.49 - Sub-bacia do rio Maranhão



Fonte: IGAM, 2012.

#### 11.1.9.4 Enquadramento dos cursos d'água

O Enquadramento um dos instrumentos de gestão das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos que visa assegurar às águas, superficiais e subterrâneas, qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas bem como diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes. A partir da identificação dos usos preponderantes, isto é, dos usos mais restritivos em termos de qualidade, o enquadramento estabelece, no caso das águas superficiais, a classe de qualidade da água a ser mantida ou alcançada em um trecho (segmento) de um corpo de água (rio ou lago) ao longo do tempo e, no caso das águas subterrâneas, o enquadramento classifica o aquífero, ou porção deste, em uma classe de uso que será condicionante à sua utilização.

Em suma, o Enquadramento dos Corpos de Água é instrumento fundamental no âmbito do planejamento ao integrar a política de recursos hídricos com a política de meio ambiente, associando diferentes instrumentos de gestão da água (Outorga do Direito de Uso de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos) com os instrumentos de gestão ambiental (licenciamento, zoneamento e a criação de espaços territoriais especialmente protegidos).

O empreendimento Projeto 4M encontra-se localizado na bacia do rio Paraopeba, a qual possui legislação específica para enquadramento das suas águas. Tem-se então a Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995, a qual dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba.

O rio Maranhão é enquadrado como Classe 2 e o ribeirão Soledade é enquadrado como Classe 3, segundo o Art. 1º, Trechos 14, 21 e 22, respectivamente, da DN supracitada.

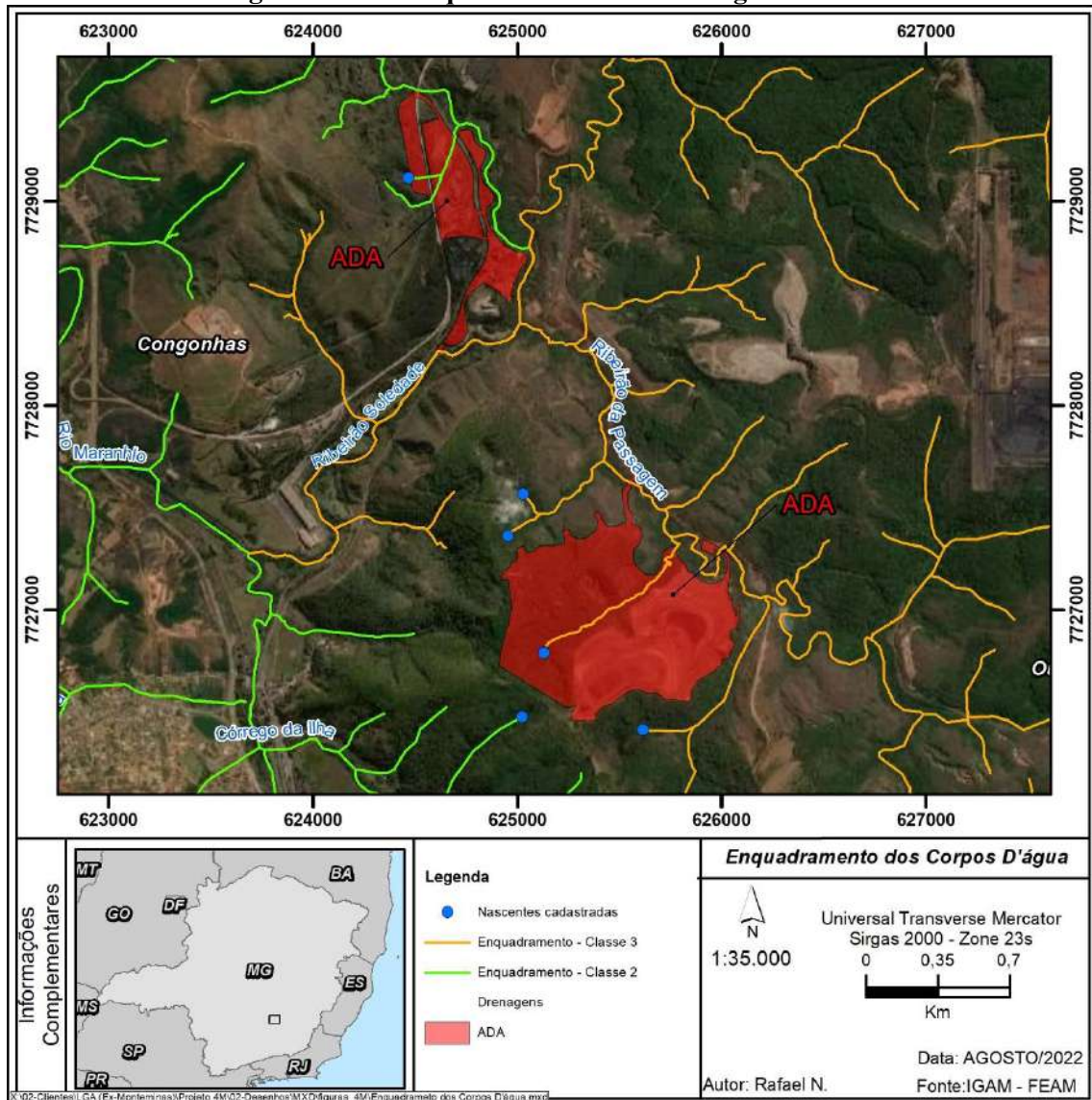
*Trecho 14 –Rio Maranhão/Ribeirão Bananeiras, da captação de água para a cidade de Conselheiro Lafaiete até a confluência com o Rio Paraopeba .....Classe2*

*Trecho 21 - Ribeirão Soledade, da confluência com o ribeirão Burnier até a confluência com o ribeirão Gurita .....Classe 2*  
*Inclui-se o ribeirão Burnier.*

*Trecho 22 – Ribeirão Soledade, da confluência com o Ribeirão Gurita até a confluência com o Rio Maranhão .....Classe 3*  
*Incluem-se o ribeirão Gurita e o ribeirão Passagem após a confluência com o córrego Dona Clara.*

Isto posto, os resultados dos monitoramentos dos pontos serão comparados aos limites estabelecidos pelo artigo 14 da DN COPAM CERH/MG 01/2008, curso d'água classe 02 e pelo artigo 15 da DN COPAM CERH 01/2008.

Figura 11.50 – Enquadramento Curso D’água AID



### 11.1.9.5 Qualidade da Água

Para uma análise da qualidade das águas do rio Paraopeba, foram utilizados os dados apresentados no Resumo Executivo – Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2016, elaborado e fornecido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM em março de 2017.

A área de abrangência do programa de monitoramento das águas superficiais inclui as principais bacias dos rios mineiros. O monitoramento básico é realizado em locais estratégicos (principalmente, pontos de entrega ou locais com problemas de qualidade já



conhecidos ou potenciais), para acompanhamento da evolução da qualidade das águas, identificação de tendências e apoio a elaboração de diagnósticos (ANA, 2016).

A rede básica de monitoramento (macro rede), em 2016, conta com 554 estações de amostragem distribuídas nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Grande, Doce, Paranaíba, Paraíba do Sul, Mucuri, Jequitinhonha, Pardo, Buranhém, Itapemirim, Itabapoana, Itanhém, Itaúnas, Jucuruçu, Peruípe, São Mateus e Piracicaba/Jaguari.

O Projeto 4M encontra-se na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, Sub-bacia rio Paraopeba. Dessa forma, foram coletados os dados apresentados para o monitoramento realizado no rio Paraopeba.

### *Panorama da Qualidade das Águas*

O *Índice de Qualidade das Águas – IQA* foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos para caracterizar a qualidade da água. Na determinação do IQA, é atribuído um peso para cada parâmetro selecionado, de acordo com sua importância relativa no cálculo do índice e depois elaboradas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo. O cálculo do IQA é através do produtório ponderado nas notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade num conjunto de nove indicadores específicos, cujos mesmo estão listados no quadro abaixo juntamente com seus respectivos pesos.

**Quadro 11.12 – Parâmetros envolvidos no Cálculo do IQA e seus respectivos pesos**

PARÂMETRO	Peso- $W_i$
Oxigênio Dissolvido-OD (% OD)	0,17
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	0,10
Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ de N)	0,10
Fosfato ( $\text{mg.L}^{-1}$ de P)	0,10
Variação da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos Totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	0,08

Fonte: IGAM, 2006.

O cálculo do IQA é feito através da fórmula abaixo:

$$IQA = \prod_{i=0}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

**IQA** é o índice de qualidade da água, varia de 0 a 100;

**qi** é a qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

**wi** é o peso atribuído ao parâmetro, em função de sua influência na qualidade, variando entre 0 e 1.

A determinação do IQA de um corpo d'água obedece às condições apresentadas no quadro a seguir.

**Quadro 11.13 – Classificação de qualidade de água**

Nível de qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Além do IQA, outro fator importante para determinação da qualidade da água é a Contaminação por Tóxicos – CT, que avalia a presença de 13 substâncias tóxicas nos corpos d'água, a saber: Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Mercúrio total, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio amoniacal total e Zinco total. Os resultados das análises de laboratório são comparados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos d'água na Deliberação Normativa Conjunta COPAM e CERH nº 01/08. A Contaminação por Tóxicos obedece às seguintes condições:

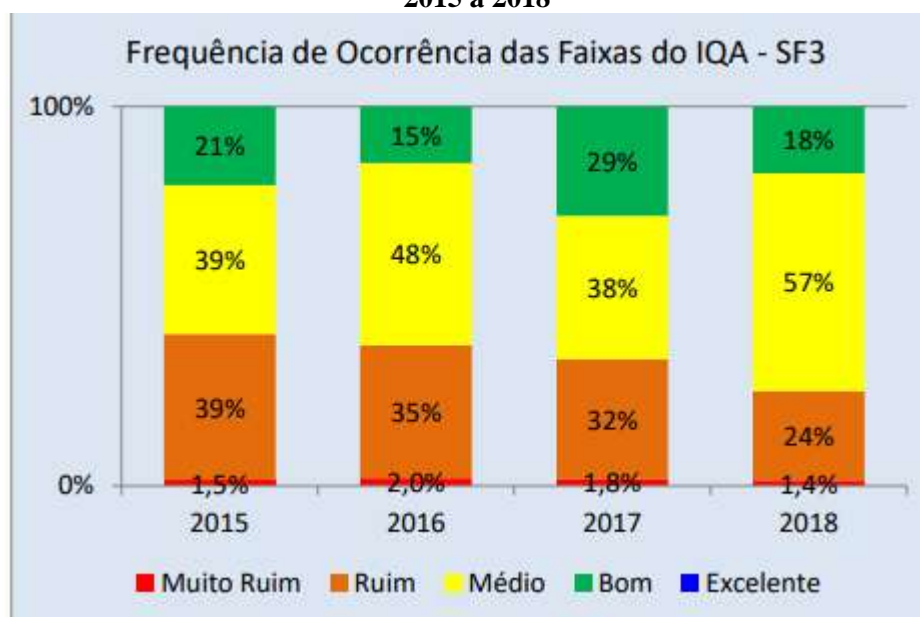
- Baixa: ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20% o limite definido para a classe do enquadramento;
- Média: faixa de concentrações de substâncias tóxicas entre 20% e 100% excedendo o limite definido para a classe do enquadramento;

- Alta: concentrações que excedam mais de 100% o limite definido para a classe do enquadramento.

O Índice de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado do crescimento excessivo de algas (eutrofização). Como decorrência do processo de eutrofização, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico. Para a classificação deste índice são adotados os seguintes estados de trofia: Ultraoligotrófico ( $IET \leq 47$ ), Oligotrófico ( $47 \leq IET < 52$ ), Mesotrófico ( $52 < IET < 59$ ), Eutrófico ( $59 < IET < 63$ ), Supereutrófico ( $63 < IET < 67$ ) e Hipereutrófico ( $IET > 67$ ).

Na figura a seguir é apresentada a distribuição percentual das categorias do IQA para os anos de 2015 a 2018. De maneira geral a qualidade das águas na sub-bacia do rio Paraopeba apresentou piora em relação ao ano de 2017, em função da redução da frequência de ocorrência de águas nas melhores faixas. Ressalta-se que a ocorrência da qualidade muito ruim passou de 1,8% para 1,4%.

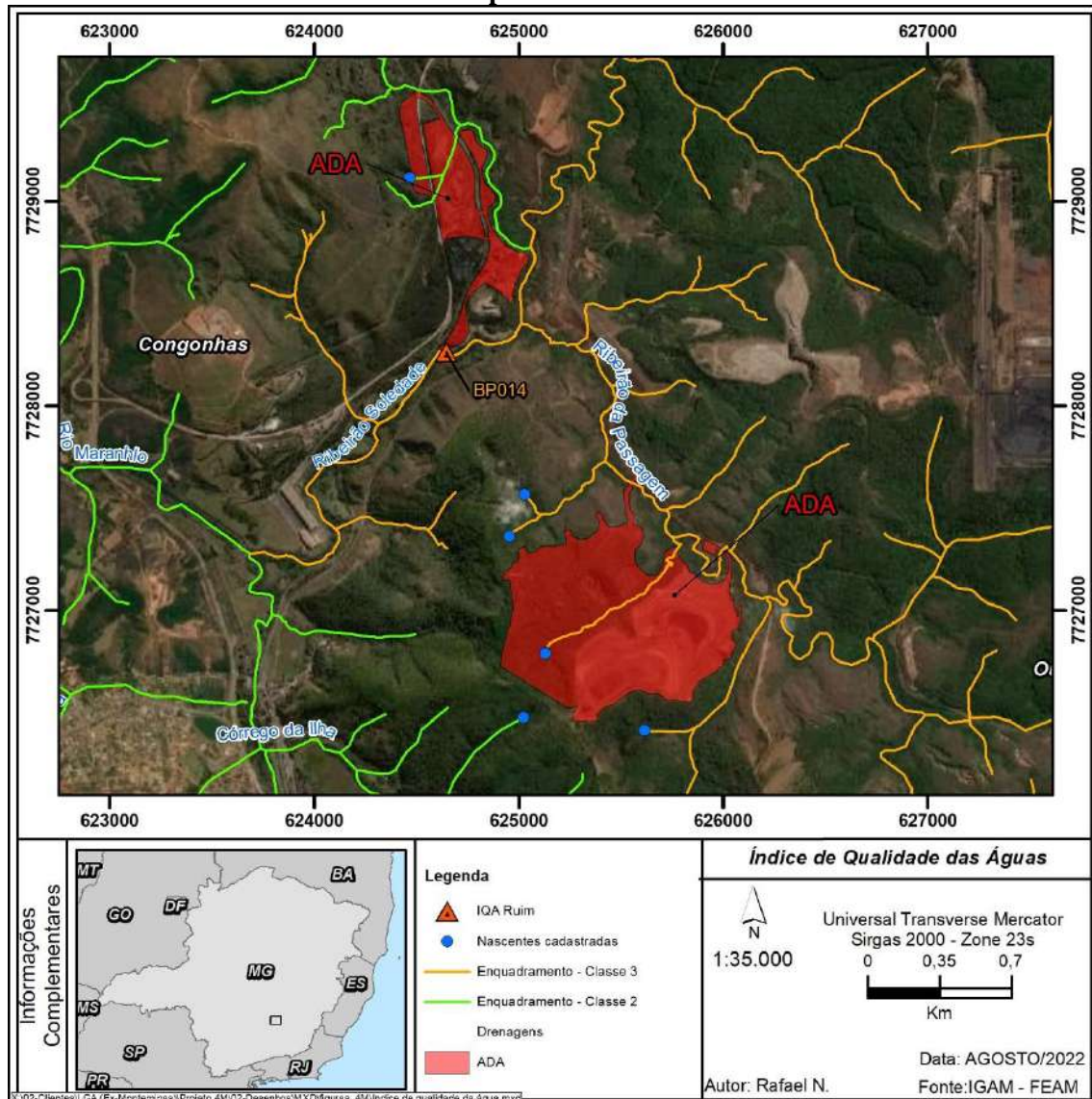
**Figura 11.51 – Distribuição percentual das faixas de IQA na UPGRH SF3 para os anos de 2015 a 2018**



Comparando-se a média anual do IQA de 2018 em relação a 2017, verificou-se melhoria no ribeirão Macacos na cidade de Cachoeira da Prata a montante de sua foz no rio Paraopeba (BP074), ribeirão São João próximo de sua foz no rio Paraopeba, na cidade de Paraopeba (BP076), rio Paraopeba a jusante da foz do rio Pardo em Pompéu (BP078), ribeirão Ibirité a jusante do município de Ibirité, (BP081), rio Paraopeba logo após a foz do ribeirão São João em Paraopeba (BP083) e rio Manso próximo de sua confluência com o rio Paraopeba em Brumadinho (BP096), cujas águas passaram da qualidade de ruim para média, de média para boa, de média para boa, de muito ruim para ruim, de média para boa e de ruim para média, respectivamente. As piores condições, representadas pela qualidade muito ruim, ocorreram em pelo menos uma campanha amostral no rio Maranhão na localidade de Gagé, próximo a Conselheiro Lafaiete (BP084).

Na figura a seguir é apresentado o mapa com os resultados de IQA na região de entorno do Projeto 4M. Verificou-se que os cursos d'água apresentaram IQA Ruim.

Figura 11.52 – Índice da Qualidade das Águas Superficiais na região próxima ao empreendimento



### Panorama da Qualidade da Água em 2018 na UPGRH SF3

Para a avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos foram definidos três tipos de indicadores de contaminação: indicativo de enriquecimento orgânico, indicativo de contaminação fecal e indicativo de contaminação por substâncias tóxicas. Cada um dos indicadores é composto por parâmetros pré-definidos:

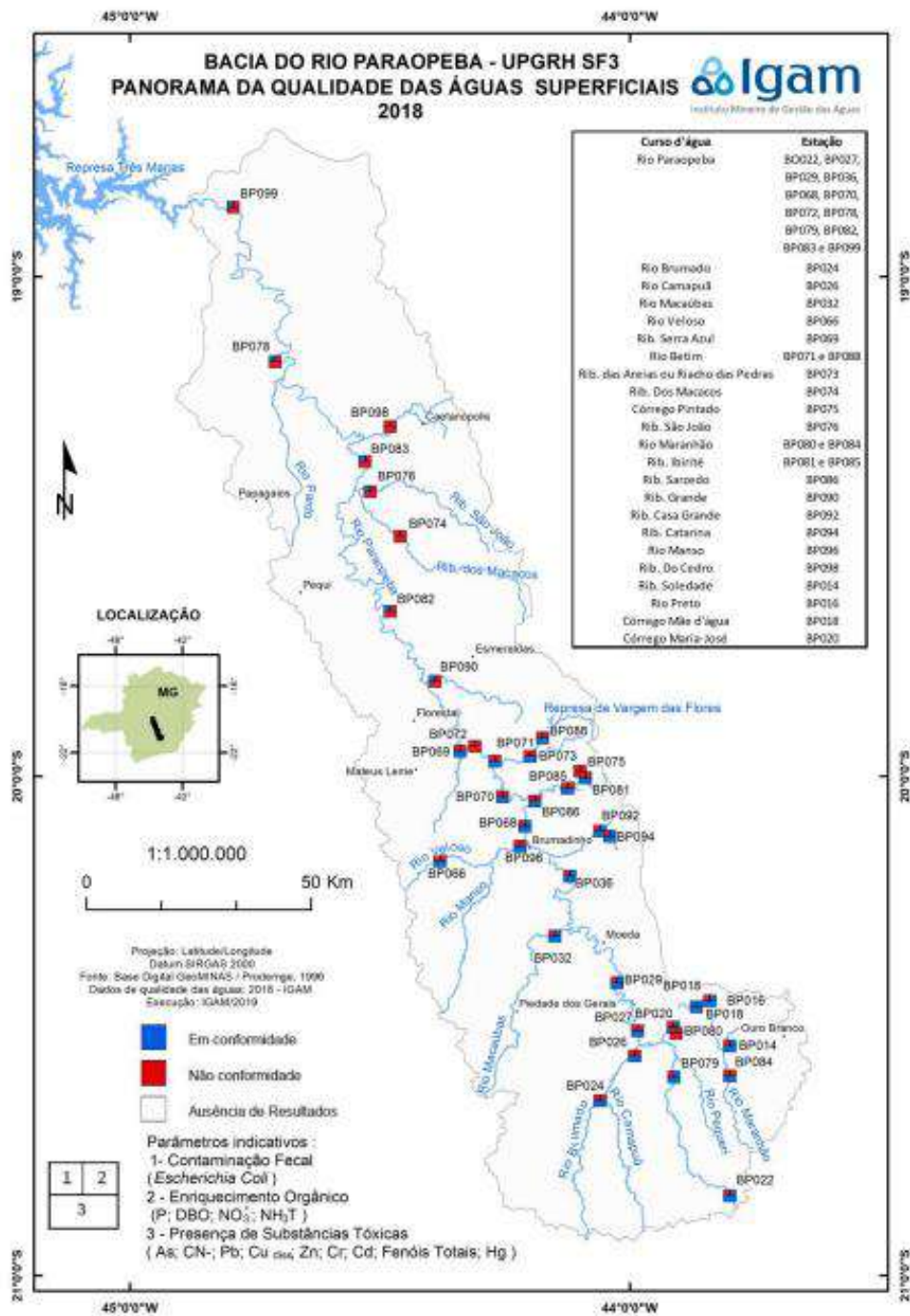
- Indicativo de enriquecimento orgânico: Fósforo total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrato e Nitrogênio amoniacal total;
- Indicativo de contaminação fecal: Escherichia coli;



- Indicativo de contaminação por substâncias tóxicas: Arsênio total, Cianeto livre, Chumbo total, Cobre dissolvido, Zinco total, Cromo total, Cádmio total, Mercúrio e Fenóis totais.

Para realizar a análise dos três tipos de indicativos foi avaliada, primeiramente, a conformidade dos parâmetros em cada estação de monitoramento nas quatro medições realizadas na UPGRH SF3 em 2018. Dessa forma, os resultados analíticos referentes aos parâmetros monitorados nas águas superficiais, citados acima, foram confrontados com os limites definidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008 de acordo com as respectivas classes de enquadramento. O mapa abaixo apresenta estações da bacia do rio Paraopeba (SF3), onde cada estação de monitoramento foi avaliada segundo esses três indicativos. Considerou-se que se em pelo menos uma medição de um determinado parâmetro estivesse em desacordo com os limites da legislação, aquele parâmetro seria considerado em desconformidade no ano de 2018. A pior situação identificada no conjunto total dos resultados dos parâmetros define a situação do indicativo do período em consideração. A coloração vermelha, no local selecionado para a representação do indicativo (1, 2 ou 3, de acordo com a legenda no mapa), indica que houve desconformidade para algum dos parâmetros avaliados e a azul indica que todos os parâmetros avaliados estiveram em conformidade.

Figura 11.53 – Panorama da Qualidade das Águas Superficiais rio Paraopeba



Vale ressaltar que o empreendimento está localizado no limite entre os municípios de Congonhas e Conselheiro Lafaiete, nas quais foram avaliadas as estações do rio Maranhão, indicadas como BP080 e BP084, a estação do ribeirão Soledade, BP014, e a

estação BP018, localizada no córrego Mãe d'Água. Os resultados divulgados pelo IGAM em 2018.

**Quadro 11.14 – Panorama de Qualidade das Águas Superficiais – Estações próximas ao empreendimento**

Estação	Drenagem	Contaminação Fecal*	Enriquecimento Orgânico*	Presença de Substâncias Tóxicas*
BP014	Rib. Soledade	Não Conforme	Conforme	Conforme
BP018	Cór. Mãe d'água	Conforme	Conforme	Conforme
BP080	Rio Maranhão	Não Conforme	Não Conforme	Não Conforme
BP084	Rio Maranhão	Não Conforme	Não Conforme	Conforme

\*Segundo Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG 01/08

#### 11.1.9.5.1 Qualidade das Águas na Área de Influência Direta

O presente capítulo tem como objetivo apresentar as características físico-químicas e condições ambientais da rede de drenagem superficial localizada no entorno do empreendimento, o rio Maranhão, ribeirão Soledade, ribeirão da Passagem e ribeirão da Gurita e seus afluentes. Por meio dos monitoramentos realizados buscou-se a obtenção de parâmetros de referência da qualidade atual da água superficial na região.

O laboratório responsável pela coleta e análise das amostras, Visão Ambiental, é devidamente reconhecido pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2015 junto ao INMET e, portanto, realizou as todas as atividades considerando as principais normas e legislações aplicáveis.

Para caracterização das águas superficiais do entorno serão utilizados dados dos monitoramentos hídricos realizados no dia 03 de março de 2021, 14 e 23 de julho de 2021 e no dia 25 outubro de 2021. A proposição dos pontos de monitoramentos foi realizada utilizando como base a rede de drenagem disponibilizada pela Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) e considerando a rede de monitoramento hídrico da LGA, totalizando 12 (doze) pontos de monitoramento de água superficial.

O quadro a seguir apresenta a denominação dos pontos propostos, coordenadas geográficas dos mesmos e classificação da drenagem. Por seguinte é apresentada a figura, através da qual pode-se visualizar a localização dos pontos em relação a área do Projeto 4M, bem como registro fotográfico dos pontos de amostragem.

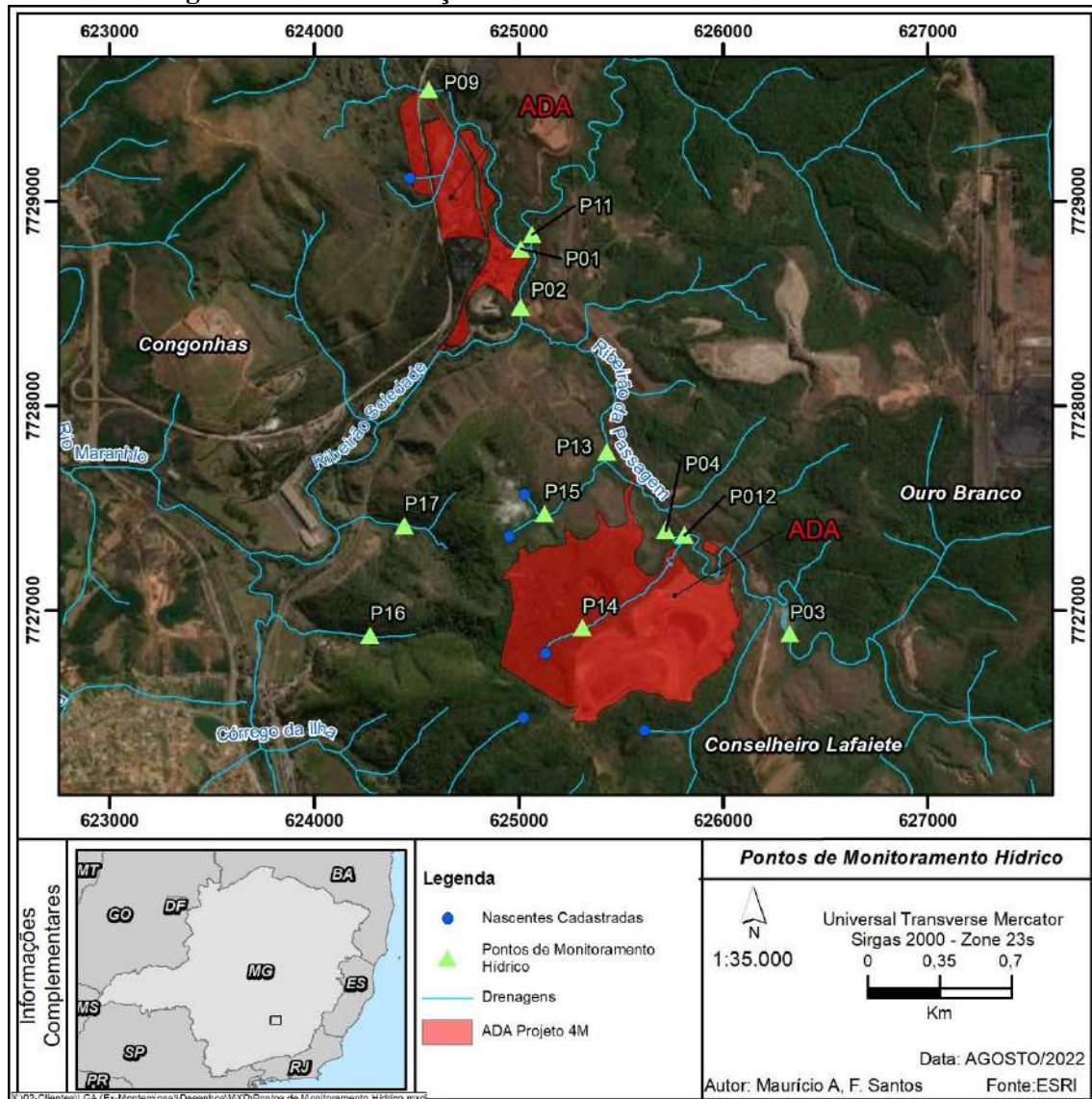
**Quadro 11.15 - Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores do Projeto 4M**

PONTO	DESCRIÇÃO	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000)		CLASSIFICAÇÃO
		X	Y	
P01	Ribeirão Soledade	625011	7728769	Classe 3
P02	Ribeirão Soledade	625010	7728484	Classe 3
P03	Ribeirão da Passagem	626326	7726886	Classe 3
P04	Ribeirão da Passagem	625719	7727392	Classe 3
P09	Ribeirão Soledade	624562	7729547	Classe 2
P11	Ribeirão Gurita	625066	7728838	Classe 3
P012	Ribeirão da Passagem	625810	7727368	Classe 3
P13	Ribeirão da Passagem	625432	7727776	Classe 3
P14	Afluente do Ribeirão da Passagem	625313	7726916	Classe 3

PONTO	DESCRIÇÃO	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000)		CLASSIFICAÇÃO
		X	Y	
P15	Afluente do Ribeirão da Passagem	625127	7727473	Classe 3
P16	Afluente do Rio Maranhão	624274	7726879	Classe 2
P17	Afluente do Rio Maranhão	624442	7727415	Classe 2



Figura 11.54 - Localização dos Pontos de Monitoramento Hídrico



### Metodologias de Coleta e Análise

Os serviços de preparação de materiais/coleta das amostras e análise física, química e bacteriológica foram realizados pelo laboratório Visão Ambiental.

O plano de amostragem é realizado utilizando de procedimentos internos, específicos do laboratório, embasados nas diretrizes do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

As amostras coletadas devem ser acondicionadas em frascos, de materiais escolhidos e preparados de acordo com cada parâmetro a ser analisado, que são mantidos em caixas térmicas com gelo, devidamente lacradas e identificadas para transporte ao laboratório.

Atendendo ao disposto na Deliberação Normativa COPAM/CERH N° 01/2008, os métodos analíticos adotados para a determinação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos são os descritos no *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

O quadro a seguir apresenta a relação dos parâmetros analisados no presente monitoramento.

**Quadro 11.16 – Parâmetros analisado**

<b>Parâmetros</b>	<b>Metodologia</b>
Surfactantes Aniônicos (MBAS)	ABNT NBR 10738
Cor Verdadeira	SMWW 23ª Edição, Método 2120C
Sólidos Totais	SMWW 23ª Edição, Método 2540 – B/E
Sólidos Dissolvidos Totais	SMWW 23ª Edição, Método 2540 – C/E
Sólidos Suspensos Totais	SMWW 23ª Edição, Método 2540 –D/E
Sólidos Sedimentáveis	SMWW 23ª Edição, Método 2540 – F
Ph	SMWW 23ª Edição, Método 4500 – H+B
Fósforo Total	SMWW 23ª Edição, Método 4500 – P B e E
Demanda Bioquímica de Oxigênio	SMWW 23ª Edição, Método 5210 B
Óleos e Graxas Totais	SMWW 23ª Edição, Método 5520 – B e F
Coliformes Totais e Escherichia Coli	SMWW 23ª Edição, Método 9223 – B
Ferro Solúvel, Manganês Solúvel, Manganês Total	SMWW 23ª Edição, Método 3030C e D, 3111AeB, 3112B e 3114C
Turbidez	SMWW 23ª Edição, Método 2130C
Temperatura da Amostra em Campo	SMWW 23ª Edição, Método 2550
Oxigênio Dissolvido em Campo	SMWW 23ª Edição, Método 4500 – O –G
Demanda Química de Oxigênio	SMWW 23ª Edição, Método 5220 D

### **Discussão dos Resultados**

A coleta de material e análise das águas superficiais foram realizadas pelo laboratório Visão Ambiental.

O empreendimento Projeto 4M encontra-se localizado na bacia do Rio Paraopeba, a qual possui legislação específica para enquadramento das suas águas. Tem-se então a Deliberação Normativa COPAM n° 14, de 28 de dezembro de 1995, a qual dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba.

O rio Maranhão é enquadrado como Classe 2 e o ribeirão Soledade é enquadrado como Classe 3, segundo o Art. 1º, Trechos 14, 21 e 22, respectivamente, da DN supracitada.

*Trecho 14 – Rio Maranhão/Ribeirão Bananeiras, da captação de água para a cidade de Conselheiro Lafaiete até a confluência com o Rio Paraopeba .....Classe 2*

*Trecho 21 - Ribeirão Soledade, da confluência com o ribeirão Burnier até a confluência com o ribeirão Gurita .....Classe 2*  
*Inclui-se o ribeirão Burnier.*

*Trecho 22 – Ribeirão Soledade, da confluência com o Ribeirão Gurita até a confluência com o Rio Maranhão .....Classe 3*

*Incluem-se o ribeirão Gurita e o ribeirão Passagem após a confluência com o córrego Dona Clara.*

Isto posto, os resultados dos monitoramentos dos pontos serão comparados aos limites estabelecidos pelo artigo 14 da DN COPAM CERH/MG 01/2008, curso d'água classe 02 e pelo artigo 15 da DN COPAM CERH 01/2008.

Os boletins de análises referentes a campanha de amostragem são apresentados no **Anexo 03 - Relatórios de Monitoramento Ambiental** do presente relatório e poderão auxiliar no acompanhamento dos resultados e discussão dos pontos de monitoramento, relacionados a seguir.

Os quadros a seguir apresentam os resultados das análises em questão, por seguinte os mesmos serão apresentados graficamente.

Ressalta-se ainda que os gráficos apresentados a seguir têm como objetivo melhor ilustrar os resultados obtidos nas análises. No entanto, alguns parâmetros apresentaram o valor “< que” não sendo então, um valor exato. Desta forma, nas figuras a seguir serão apresentados apenas os resultados apresentados como números inteiros nos quadros de resultados.

**Quadro 11.17 – Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 3**

Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Ribeirão Soledade				Ribeirão Gurita	
			Março 2021		Julho 2021		Março 2021	Julho 2021
			P01	P02	P01	P02	P11	P11
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	48840,0	>24196,0	3830,0	>24196,0	>24196,0	>24196,0
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	2500	<b>5040,0</b>	2481,0	410,0	1259,0	145,0	1336,0
Ph	UpH	6-9	7,36	7,65	7,86	8,95	7,86	<b>9,99</b>
Cor Verdadeira	mg Pt/L	75	11,02	35,59	6,98	48,98	58,53	57,06
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	10	<2,0	<2,0	<2,0	20,8	<2,0	<b>32,4</b>
Demanda Química de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	-	19,0	16,0	<12,0	31,0	15,0	39,0
Fósforo Total	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>-P</sup>	0,05	0,019	<b>0,153</b>	0,011	<b>0,928</b>	<b>0,392</b>	<b>1,342</b>
Óleos e Graxas Totais**	mg/L	V.A	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	Mín. 4	8,7	8,9	6,8	6,4	9,4	6,2
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	49,0	181,0	68,0	<b>526,0</b>	357,0	<b>798,0</b>
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	<0,5	<0,5	<0,10	<0,5	<0,5	<0,5
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	100	<20,0	<20,0	14,2	<20,0	<20,0	25,0
Sólidos Totais	mg/L	-	54,0	182,0	68,0	539,0	369,0	823,0
Surfactantes Aniônicos (MBAS)	mg MBAS/L	Máx. 0,5	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	<0,10	<0,10
Temperatura da amostra em campo	°C	-	23,01	24,77	14,2	17,4	24,46	17,1

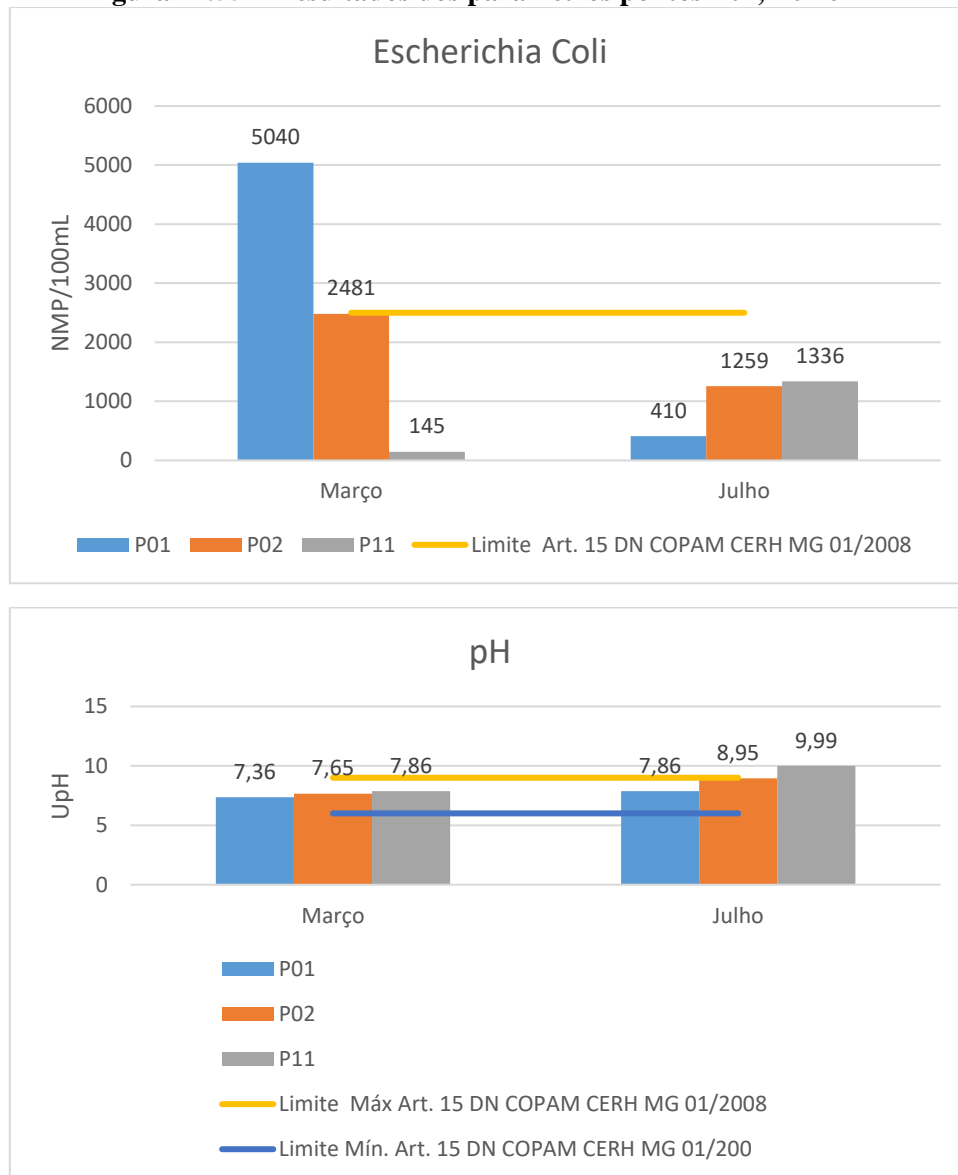
Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Ribeirão Soledade				Ribeirão Gurita	
			Março 2021		Julho 2021		Março 2021	Julho 2021
			P01	P02	P01	P02	P11	P11
Turbidez	UNT	100	4,63	9,93	1,86	13,0	17,60	32,60
Ferro Solúvel	mg/L	5	1,31	1,36	1,39	2,25	1,46	2,68
Ferro Total	mg/L	-	1,49	2,24	0,35	1,20	5,0	2,03
Manganês Solúvel	mg/L	-	0,08	0,10	0,07	0,11	0,11	0,23
Manganês Total	mg/L	0,5	0,13	0,36	0,09	0,18	<b>1,10</b>	0,28

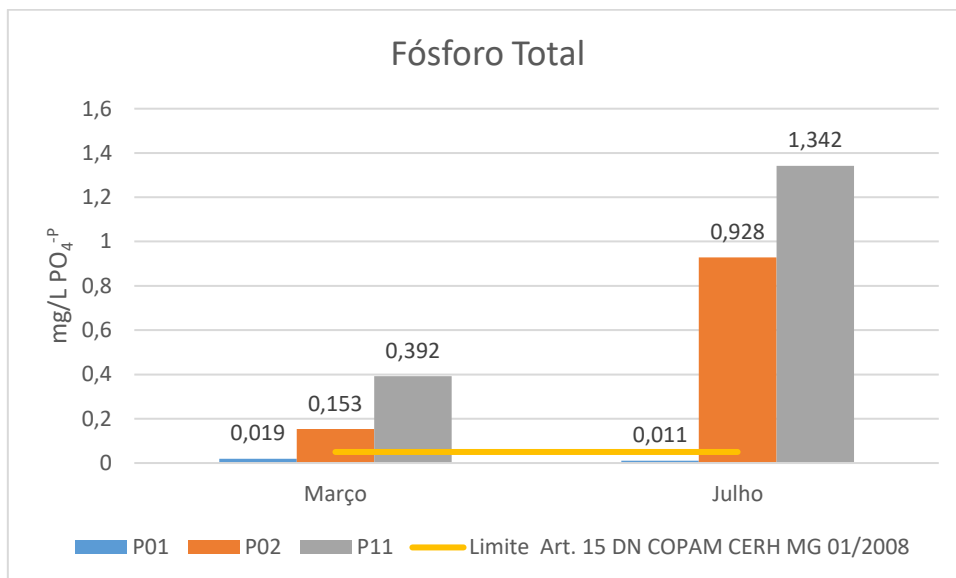
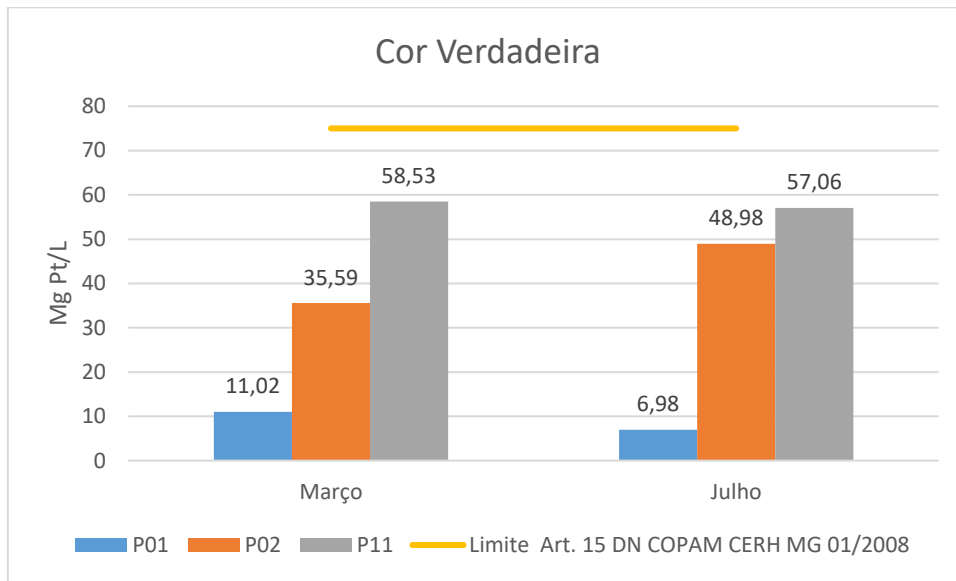
\*Limites definidos pelo Artigo 15 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH 01/2008.

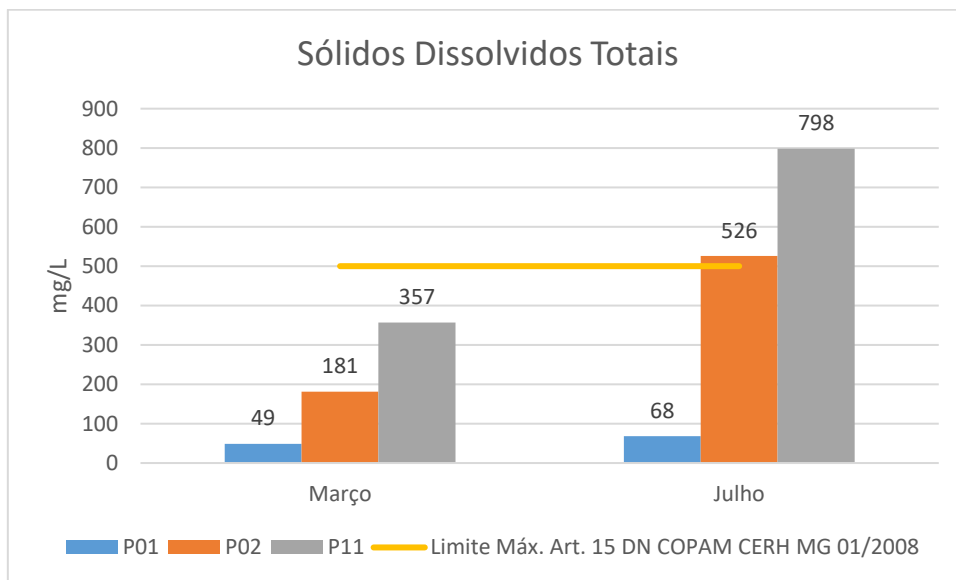
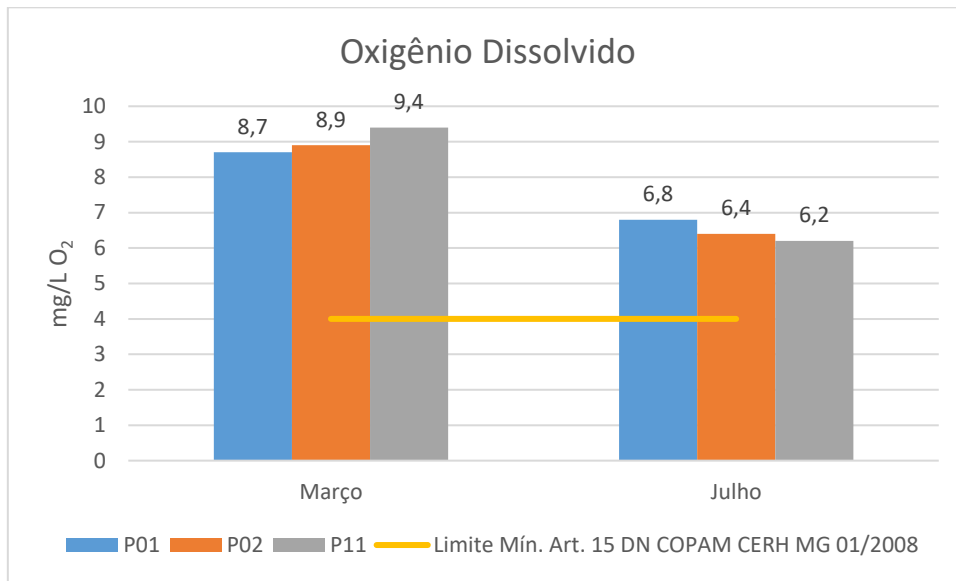
\*\* Limite de detecção da metodologia analítica utilizada pelo laboratório Visão Ambiental

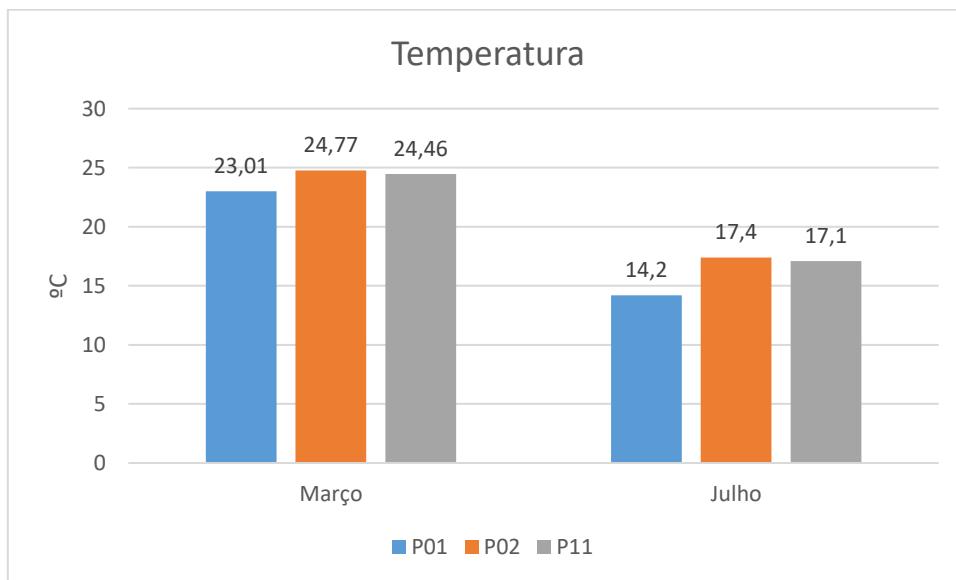
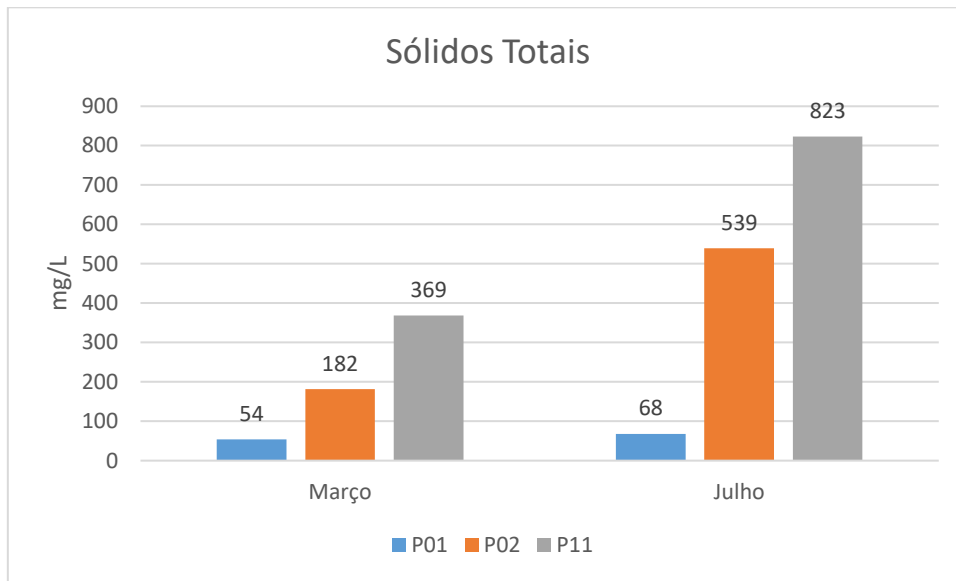


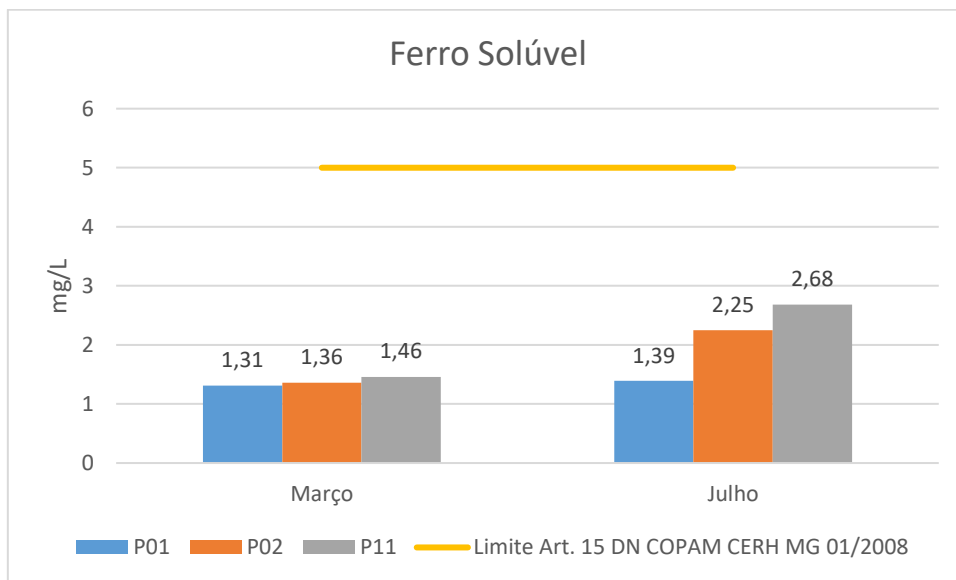
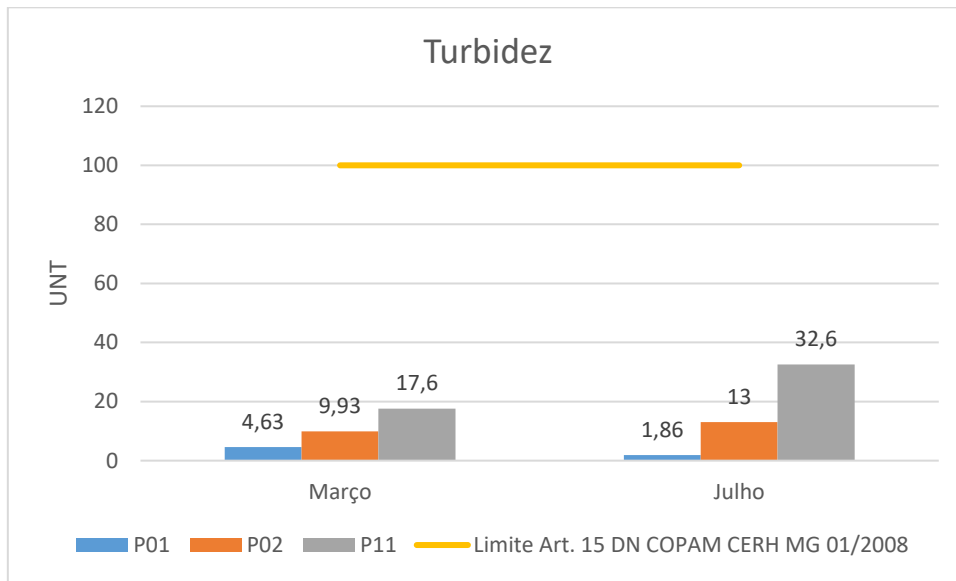
**Figura 11.55 – Resultados dos parâmetros pontos P01, P02 e P11**



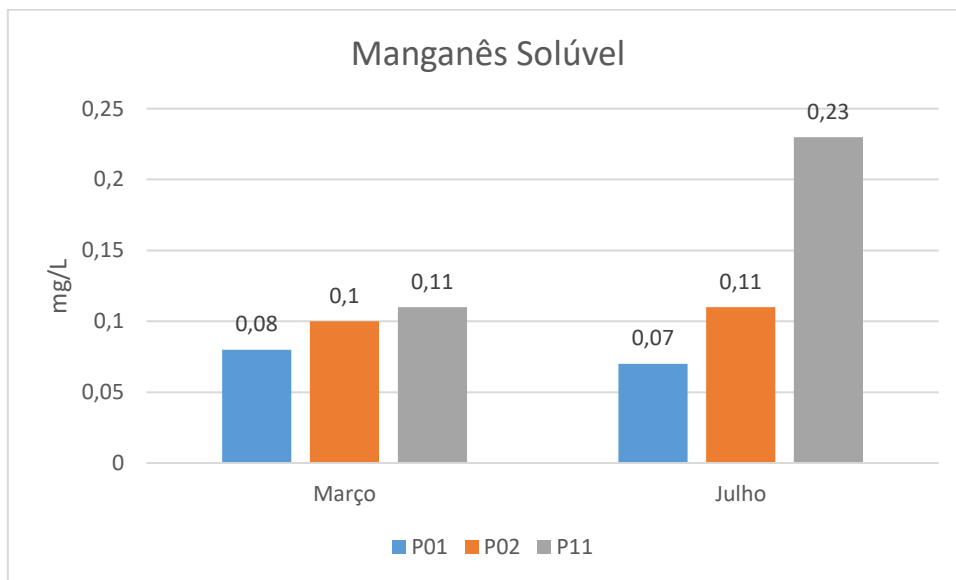
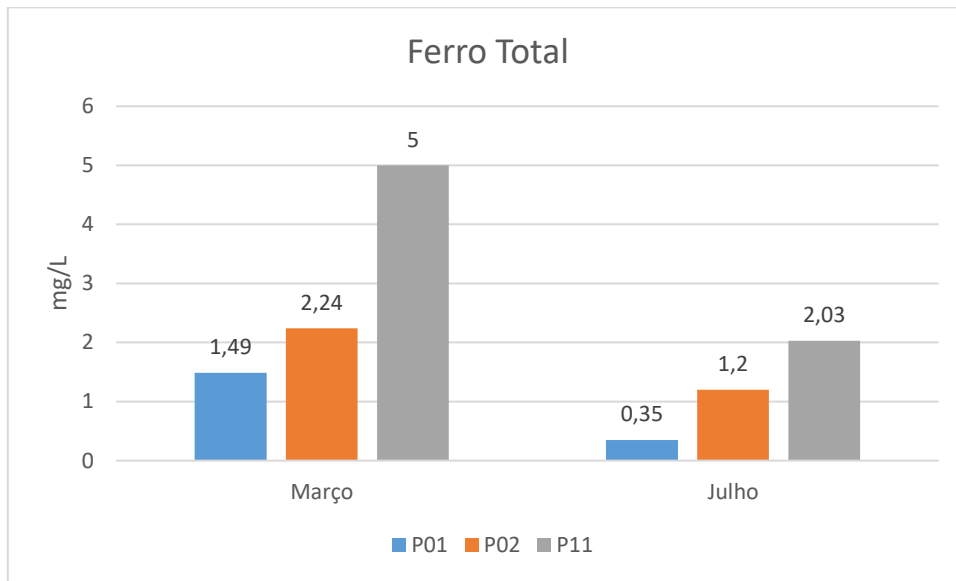


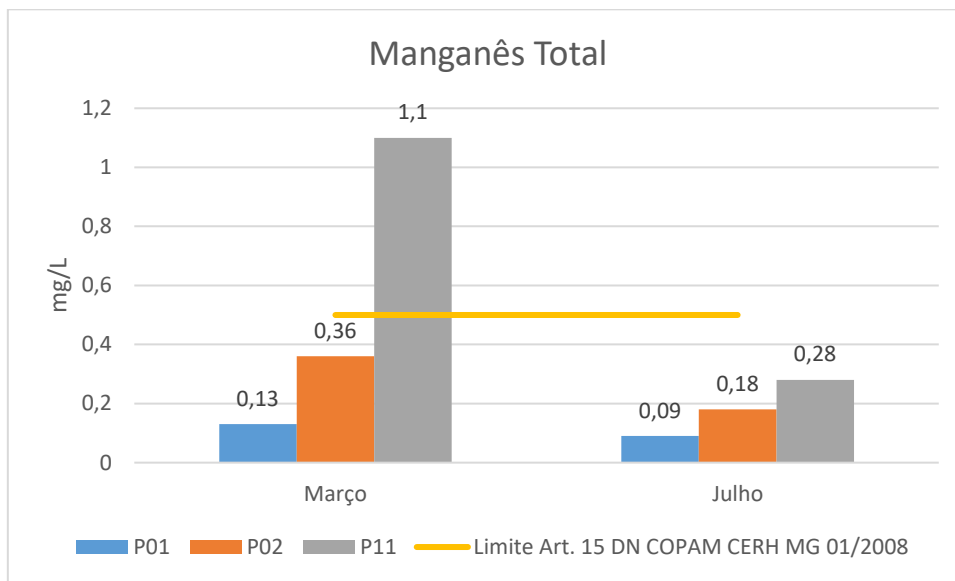












De maneira geral, verifica-se a boa qualidade do córrego Soledade, no trecho representado pelos pontos P01 e P02, tendo em vista que a maior parte dos parâmetros analisados apresentaram resultados em conformidade com o artigo 15 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH-MG 01/2008. Contudo, é importante ressaltar que o ponto P01 apresentou não conformidade para o parâmetro *Escherichia Coli* na campanha realizada em março de 2021. A *Escherichia coli* tem seu habitat quase que exclusivamente limitado ao trato intestinal de seres humanos e animais de sangue quente (CETESB, 2008) e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos.

Em relação ao ponto P02, foi constatado não conformidade para o parâmetro Fósforo Total nas duas campanhas realizadas, março e julho de 2021 e não conformidade para o parâmetro Sólidos Dissolvido na campanha referente ao período seco.

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal (ANA,2021).

Em relação ao ponto P011, localizado à montante do ponto P02, também enquadrado como Classe 3, também verificou-se a boa qualidade das águas do curso d'água. Entretanto, o parâmetro Fósforo total apresentou não conformidade nas duas campanhas realizadas. Conforme apresentado anteriormente, as fontes de fósforo estão relacionadas a esgotos domésticos, presença de detergentes e matéria fecal.

Na amostragem do mês de julho, os resultados também apresentaram não conformidade para os parâmetros pH, DBO e Sólidos Dissolvidos Totais. A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia.

Valores altos de DBO em corpo d'água são provocados geralmente causados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos (ANA, 2021).

Já a alteração nos níveis de pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A legislação estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

No mês de março, o nível do parâmetro Manganês Total superou o estabelecido pela legislação. O parâmetro Manganês Total representa um metal abundante na natureza e comumente encontrado em solos, sendo que a ocorrência do mesmo está relacionada às características geoquímicas da região, concluindo então que sua presença nos corpos hídricos pode ser atribuída a fatores naturais, como o intemperismo de rochas e altos índices pluviométricos, como também a agentes antropogênicos como carreamento de sedimentos das atividades da região.

A área do empreendimento é caracterizada também por propriedades rurais, marcadas por criação de gado e pastagem. Ressalta-se que o ponto P11 é um ponto considerado de controle, uma vez que sofre interferência direta das atividades agropastoris realizadas na região.

**Quadro 11.18 – Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 3**

Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Ribeirão da Passagem							
			Março 2021		Julho 2021		Julho 2021		Outubro 2021	
			P03	P04	P03	P04	P12	P13	P12	P13
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	24810,0	77010,0	630,0	750,0	15531,0	11199,0	>2419,6	>2419,6
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	2500	520,0	1990,0	200,0	100,0	52,0	683,0	114,5	1046,2
Ph	UpH	6-9	7,66	7,60	7,78	7,77	5,71	7,42	6,95	7,67
Cor Verdadeira	Mg Pt/L	75	73,28	<b>79,84</b>	20,71	21,52	<b>477,93</b>	40,91	39,82	<b>82,70</b>
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	10	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,0	<2,0	<2,0
Demanda Química de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	-	16,0	<12,0	<12,0	<12,0	42,0	<12,0	<12,0	<12
Fósforo Total	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>P</sup>	0,05	0,045	<b>0,129</b>	<b>0,343</b>	<b>0,164</b>	0,046	0,050	0,019	0,017
Óleos e Graxas Totais**	mg/L	V.A	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	Mín. 4	9,4	9,5	7,3	7,2	4,6	6,7	4,3	6,1
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	63,0	47,0	35,0	36,0	23,0	60,0	58,0	44
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	<0,5	1,0	<0,5	<0,5	3,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	100	23,0	<b>139,0</b>	<20,0	<20,0	52,0	<20,0	<20,0	<20,0
Sólidos Totais	mg/L	-	86,0	186,0	35,0	37,0	75,0	77,0	58,0	55
Surfactantes Aniônicos (MBAS)	mg MBAS/L	Máx. 0,5	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Temperatura da amostra em campo	°C	-	22,07	21,94	12,7	13,3	16,9	20,1	21,0	19,6

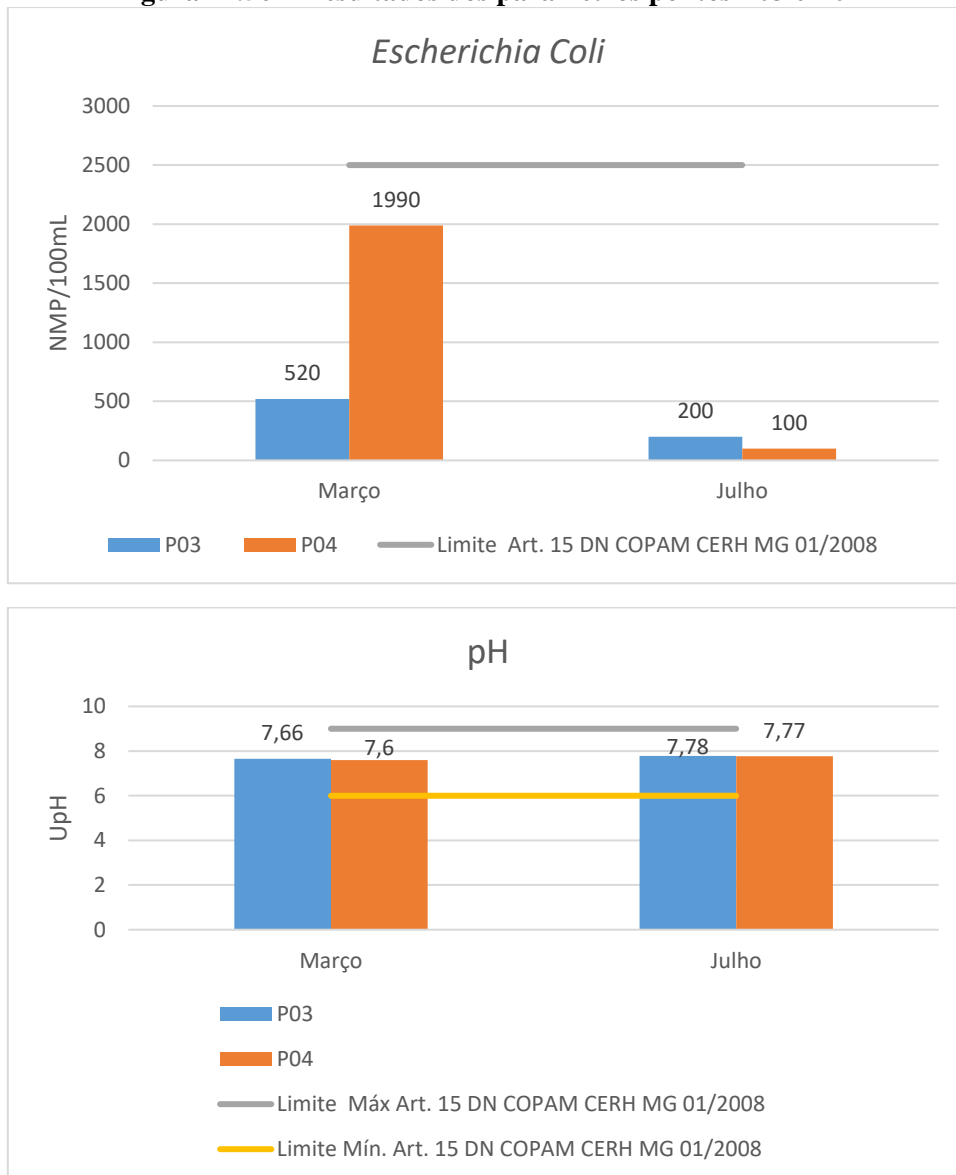
Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Ribeirão da Passagem							
			Março 2021		Julho 2021		Julho 2021		Outubro 2021	
			P03	P04	P03	P04	P12	P13	P12	P13
Turbidez	UNT	100	21,50	34,35	4,62	5,24	<b>108,0</b>	4,81	6,38	15,70
Ferro Solúvel	mg/L	5	1,76	1,60	1,74	1,61	1,76	0,80	1,05	0,82
Ferro Total	mg/L	-	3,23	11,80	0,92	0,75	1,98	1,43	2,30	2,44
Manganês Solúvel	mg/L	-	0,06	0,07	0,06	0,05	0,08	0,10	0,08	<0,05
Manganês Total	mg/L	0,5	0,25	0,25	0,06	<0,05	0,11	0,13	0,09	0,09

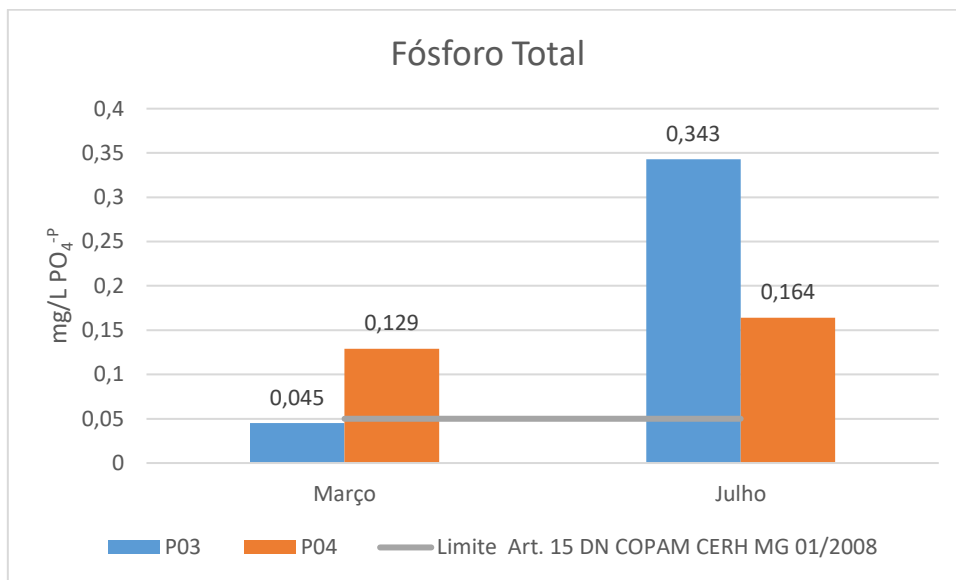
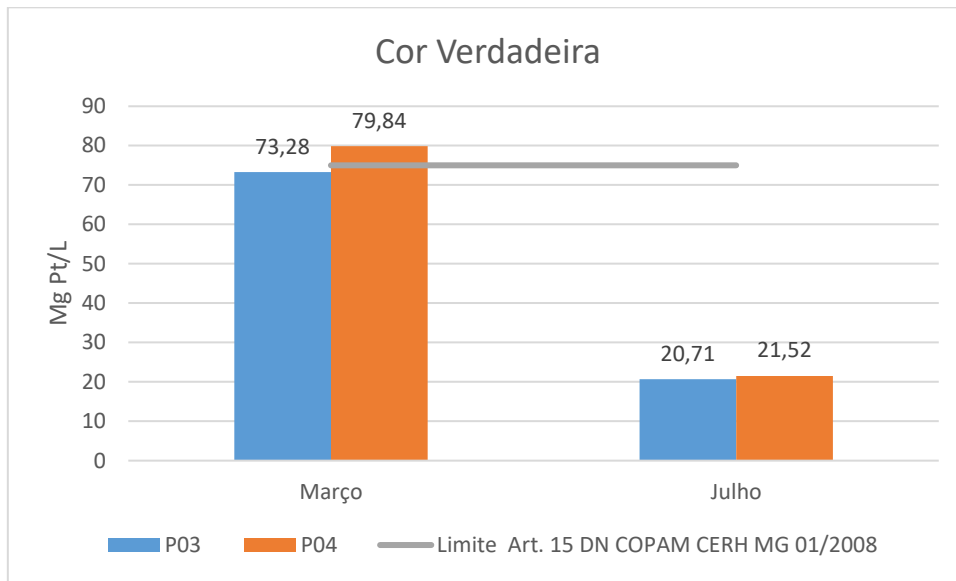
\*Limites definidos pelo Artigo 15 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH 01/2008.

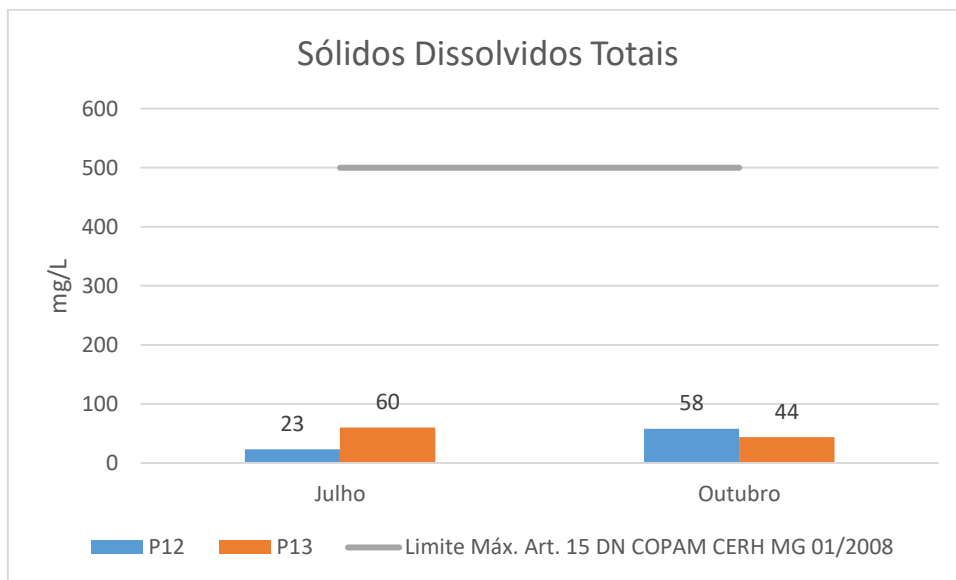
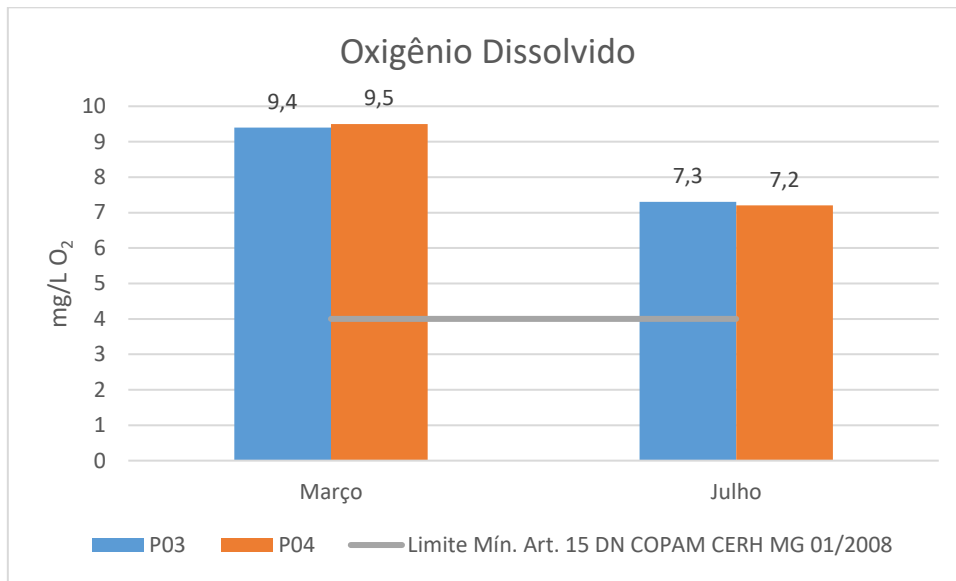
\*\* Limite de detecção da metodologia analítica utilizada pelo laboratório Visão Ambiental

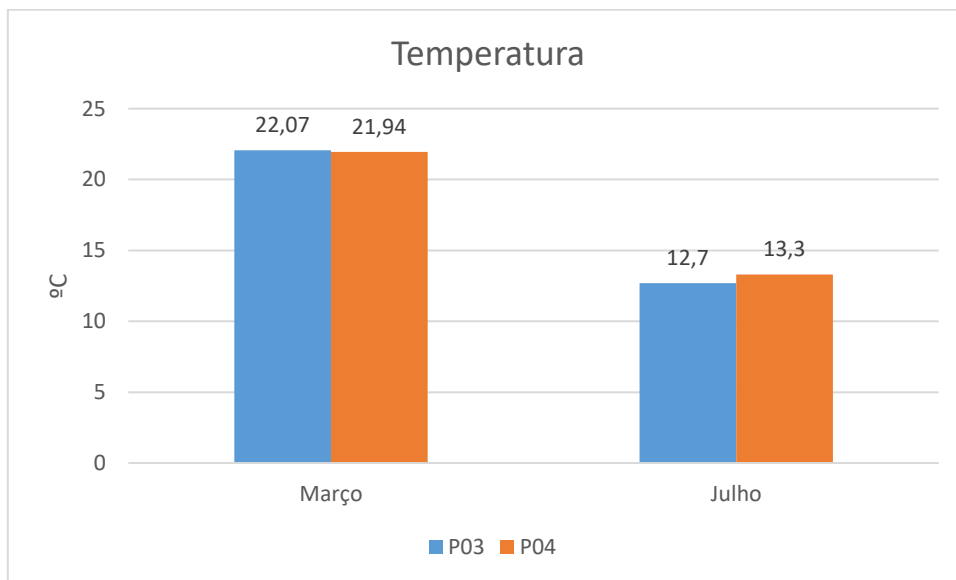
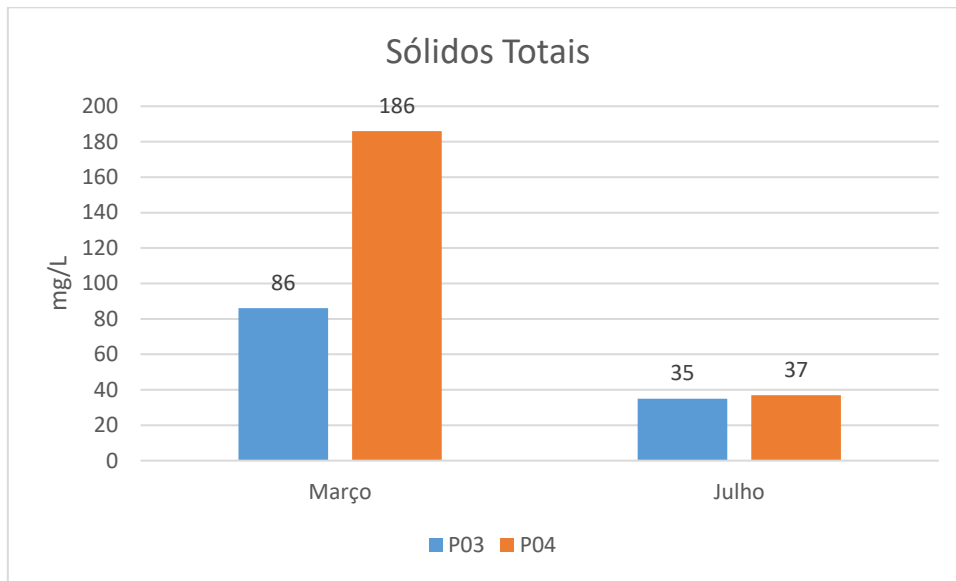


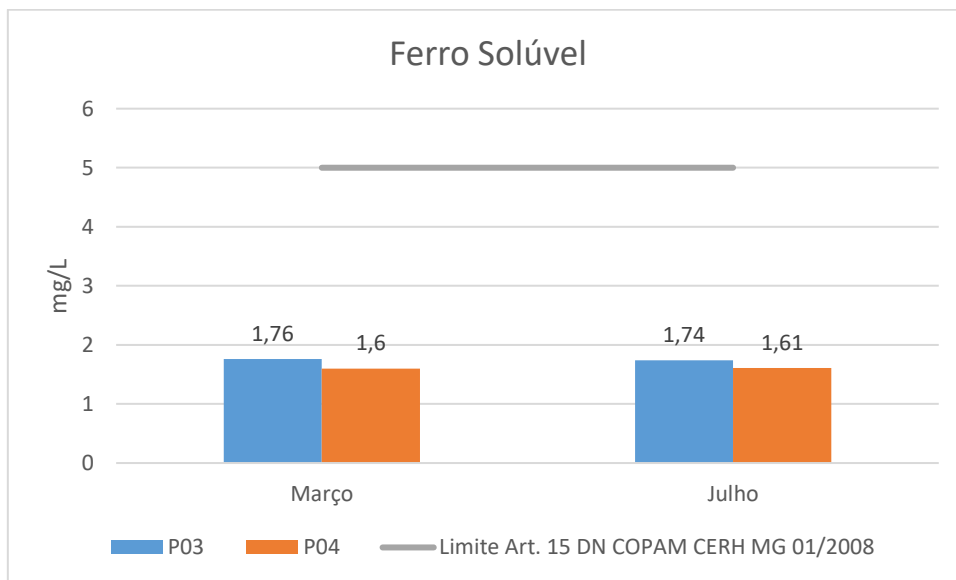
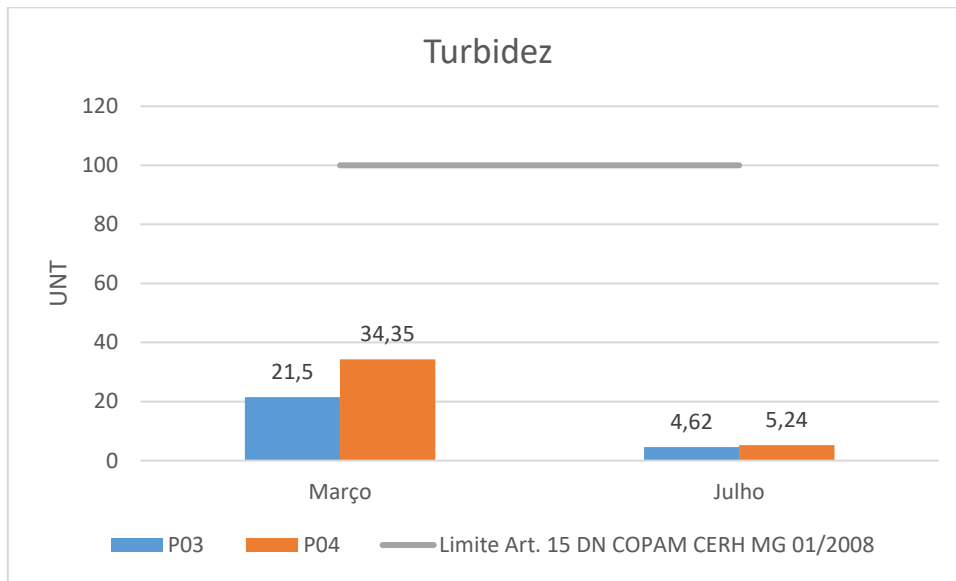
**Figura 11.56 – Resultados dos parâmetros pontos P03 e P04**



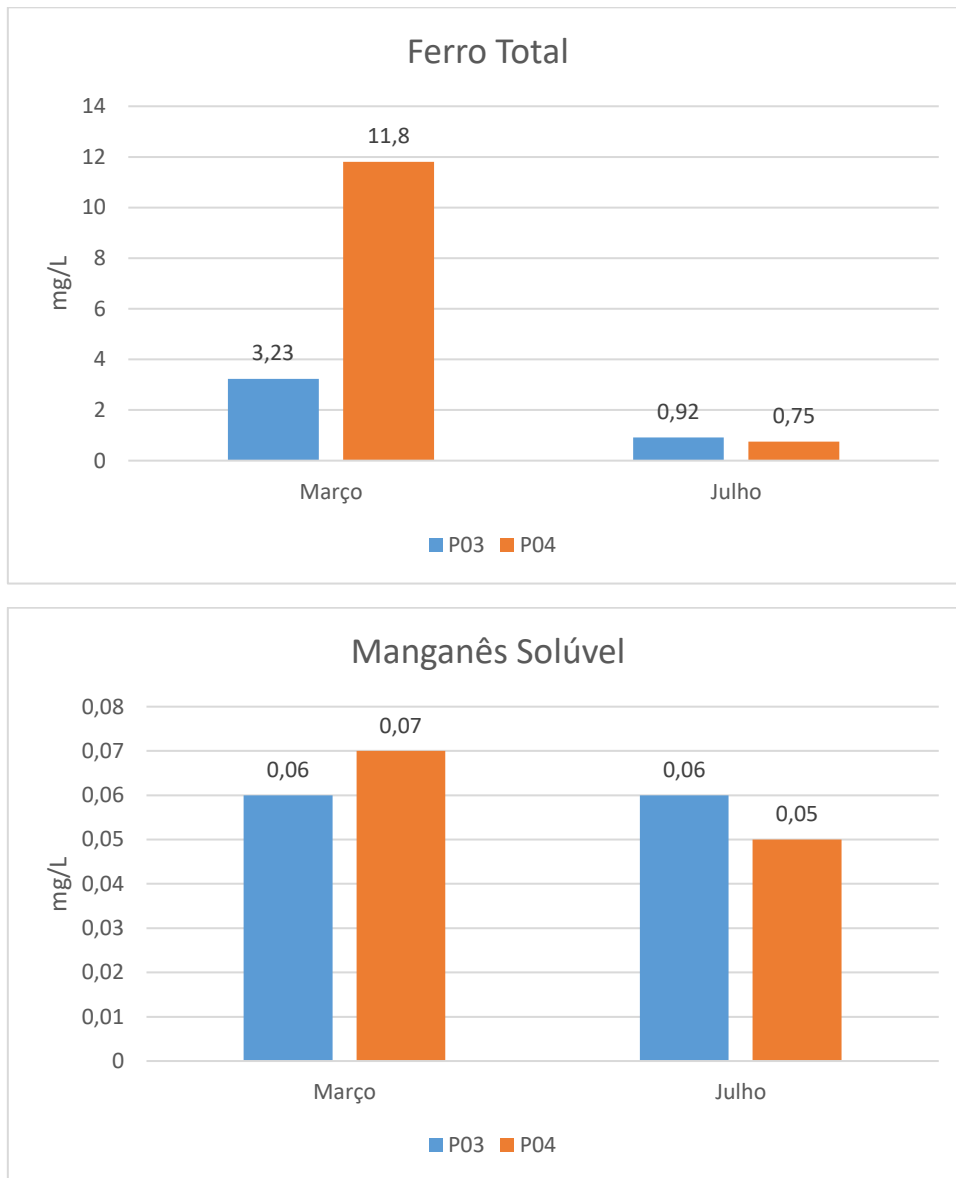












De maneira geral, verifica-se a boa qualidade do ribeirão da Passagem, no trecho representado pelos pontos P03 e P04, tendo em vista que a maior parte dos parâmetros analisados apresentaram resultados em conformidade com o artigo 15 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH-MG 01/2008. Contudo, o parâmetro Fósforo ultrapassou os limites estabelecidos pela legislação no mês de março no ponto P03 e nos meses de março e julho no ponto P04.

O parâmetro Fósforo Total extrapolou o limite estabelecido pela DN 01/2008 durante o monitoramento. No entanto, tal parâmetro apresentou um quantitativo de 0,343 mg P/L

no ponto P03 (à montante), visto que tal valor é maior que no ponto P04 (à jusante), 0,164 mg P/L.

Como já dito anteriormente o fósforo é um mineral não metálico que pode estar presente em águas naturais em valores elevados devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários.

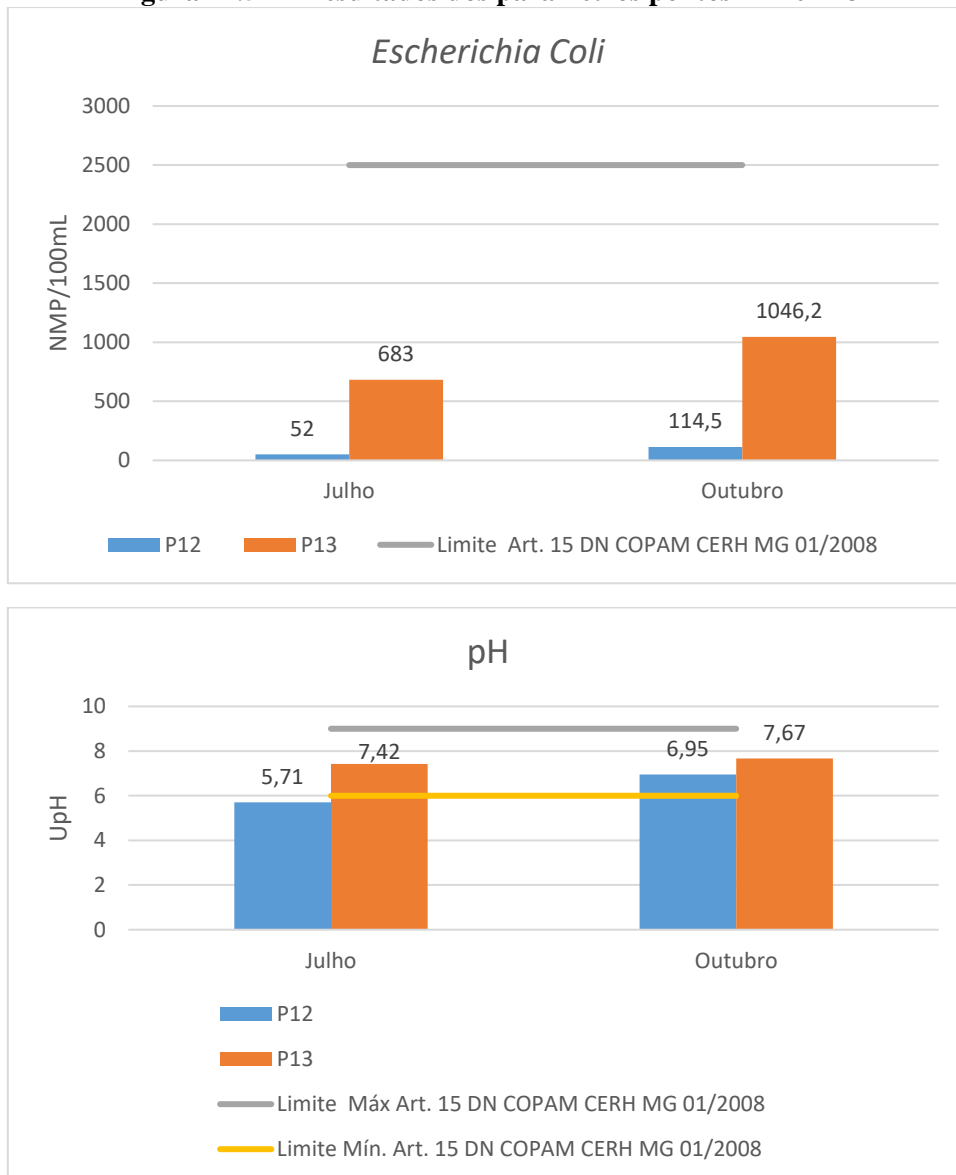
O fósforo, também, é liberado pelas rochas fosfatadas por intemperismo, erosão natural e pela ação humana. Uma vez liberado no ecossistema, o fósforo pode ser assimilado pelas plantas e/ou chegar aos corpos aquáticos por infiltração e lixiviação pelas águas das chuvas. Como podemos visualizar a seguir, o possível aumento do Fósforo Total pode ser resultado do alto índice pluviométrico na região ocorrido antes da coleta.

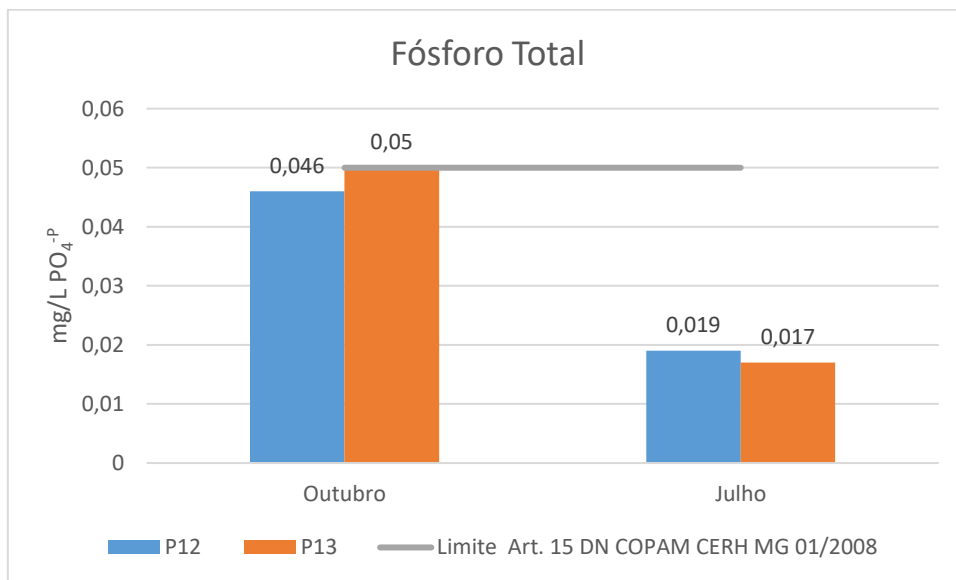
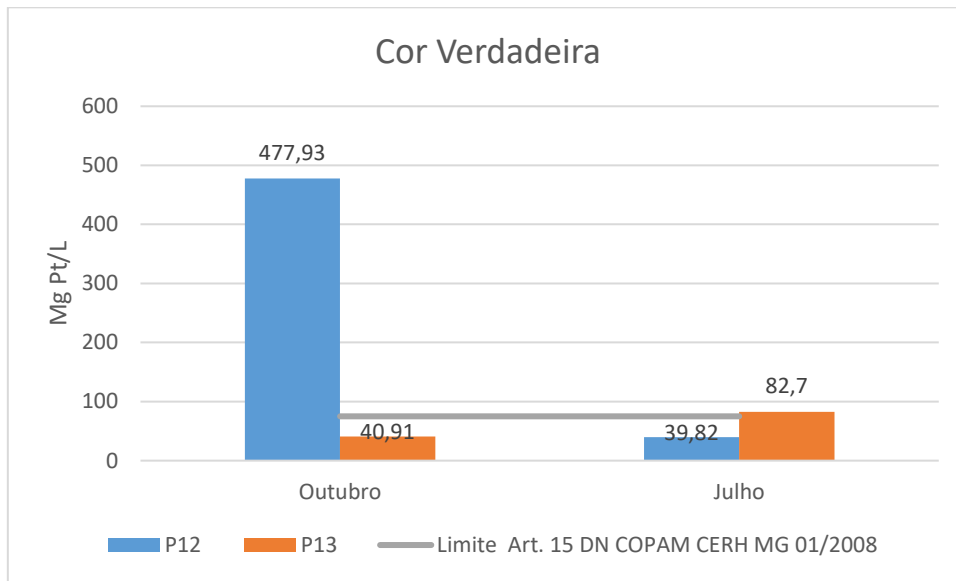
No mês de julho de 2021, os resultados referentes ao ponto P04 também apresentaram não conformidade para os parâmetros pH, cor verdadeira e sólidos suspensos totais.

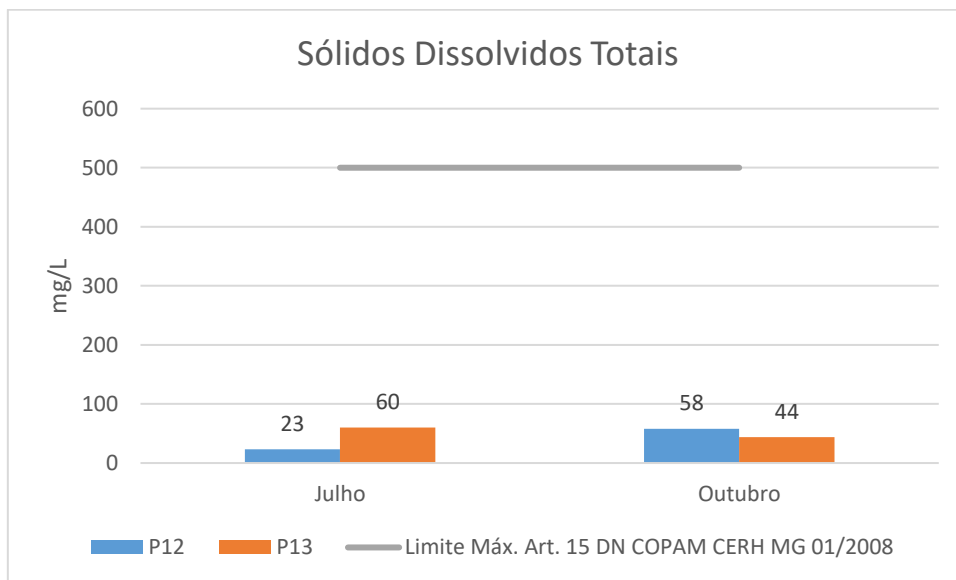
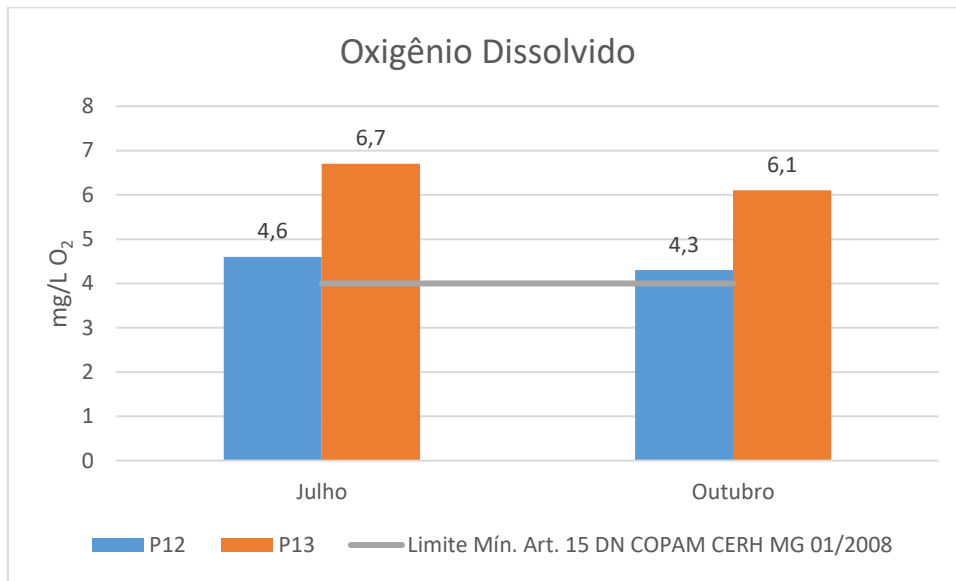
As alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

Já a cor da amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Cita-se como principais compostos inorgânicos os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo (CETESB, 2009). O maior problema de cor na água é, em geral, o estético, já que causa efeito repulsivo na população. Uma vez que este parâmetro não está relacionado necessariamente com problemas de contaminação.

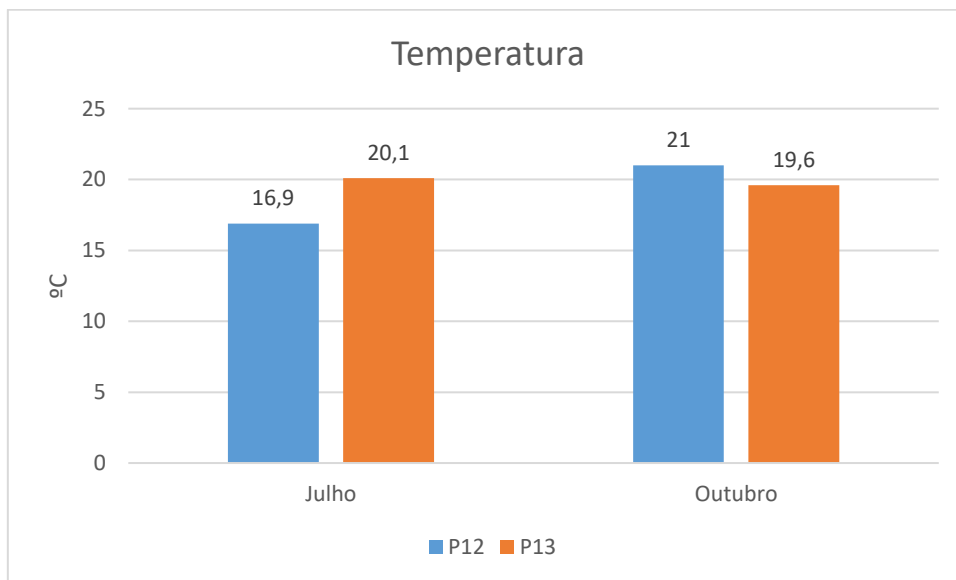
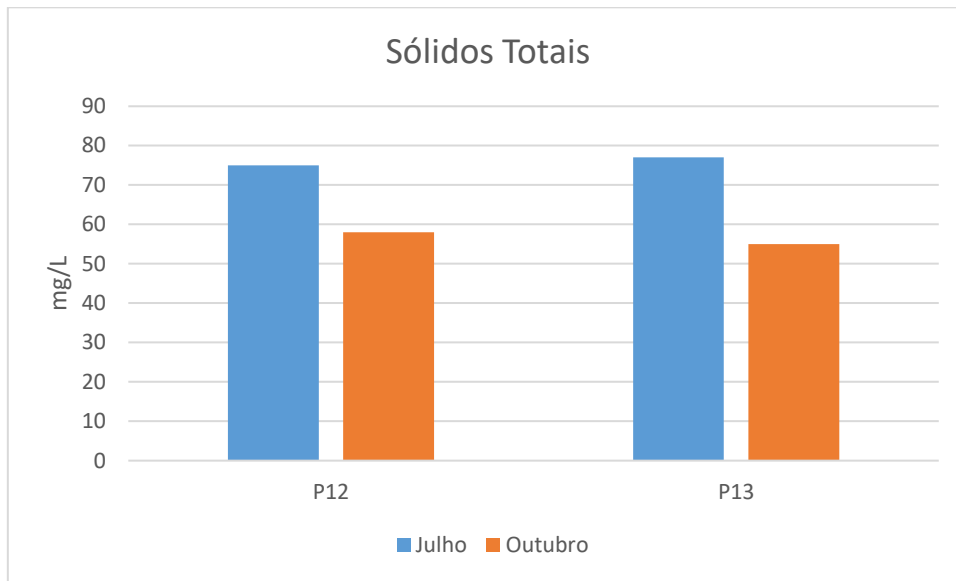
**Figura 11.57 – Resultados dos parâmetros pontos P12 e P13**

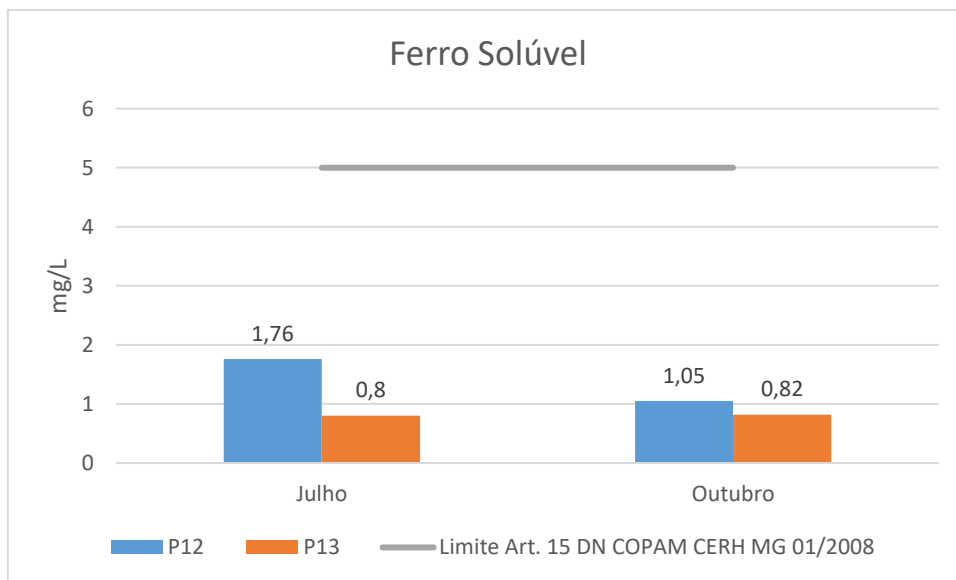
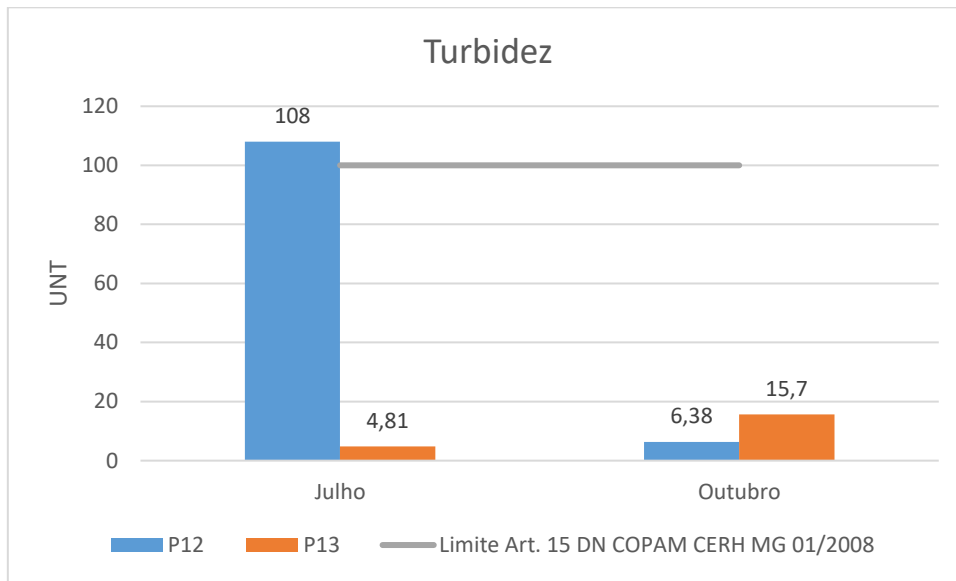


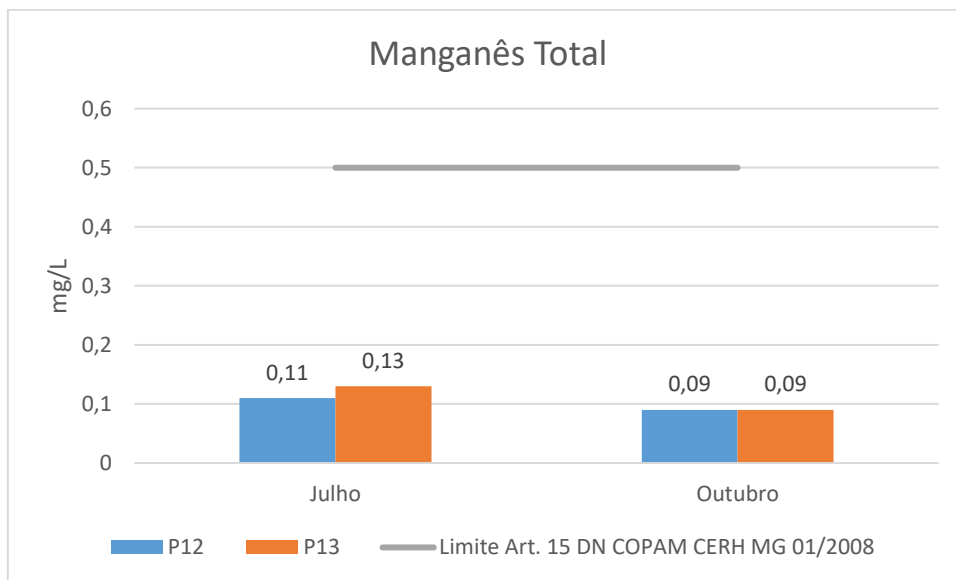
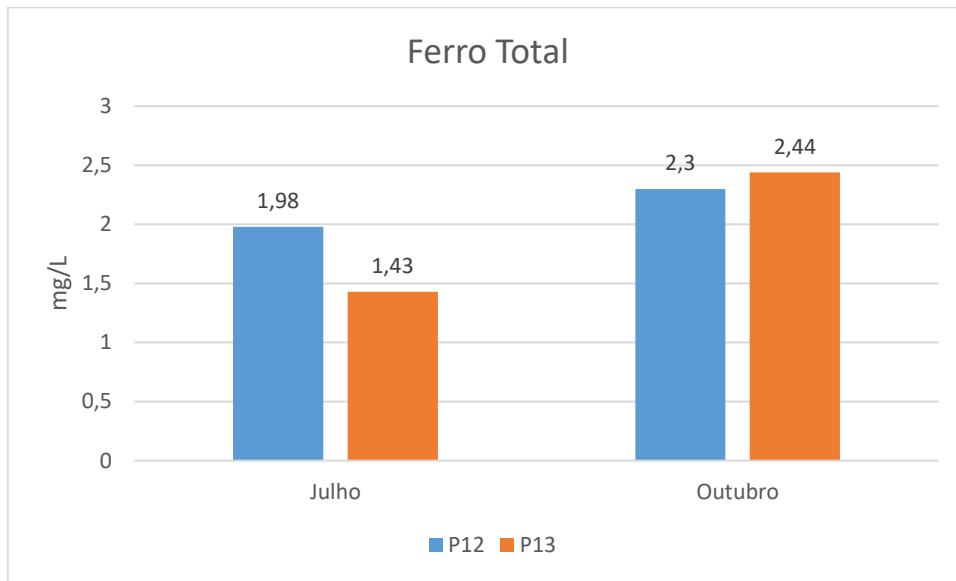












Os pontos P12 e P13, também localizados no ribeirão da Passagem, apresentaram boa qualidade, tendo em vista que a maior parte dos parâmetros analisados apresentaram resultados em conformidade com o artigo 15 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH-MG 01/2008. Os pontos apresentaram não conformidade para os parâmetros Cor Verdadeira e Turbidez. Conforme descrito acima, o parâmetro cor da amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Na determinação desse parâmetro, a turbidez da amostra causa interferência, absorvendo também parte da radiação eletromagnética. Esta

coloração é dita aparente, pois é como o ser humano a vê, mas é, na verdade, em parte resultado da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão. A diferenciação entre a cor verdadeira e a cor aparente, que é incrementada pela turbidez, é dada pelo tamanho das partículas, isto é, pode ser generalizado que partículas com diâmetro superior a 1,2  $\mu\text{m}$  causam turbidez, já que partículas coloidais e dissolvidas causam cor.

Quadro 11.19 - Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 3

Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Afluentes do Ribeirão da Passagem			
			Julho 2021		Outubro 2021	
			P14	P15	P14	P15
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	12033,0	4352,0	>2419,6	>2419,6
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	2500	657,0	20,0	866,4	>2419,6
pH	UpH	6-9	7,25	7,72	7,86	7,70
Cor Verdadeira	Mg Pt/L	75	22,33	<5,0	<b>78,80</b>	57,36
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	10	2,1	<2,0	<2,0	<2,0
Demanda Química de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	-	<12,0	<12,0	<12,0	58,0
Fósforo Total	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>P</sup>	0,05	0,045	0,027	0,018	<b>0,079</b>
Óleos e Graxas Totais**	mg/L	V.A	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	Mín. 4	7,7	6,2	6,1	6,6
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	56,0	6,7	85	69,0
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	100	<20,0	<20,0	<20	<b>157,0</b>
Sólidos Totais	mg/L	-	62,0	79,0	101	226
Surfactantes Aniônicos (MBAS)	mg MBAS/L	Máx. 0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Temperatura da amostra em campo	°C	-	17,1	18,1	19,3	20,5

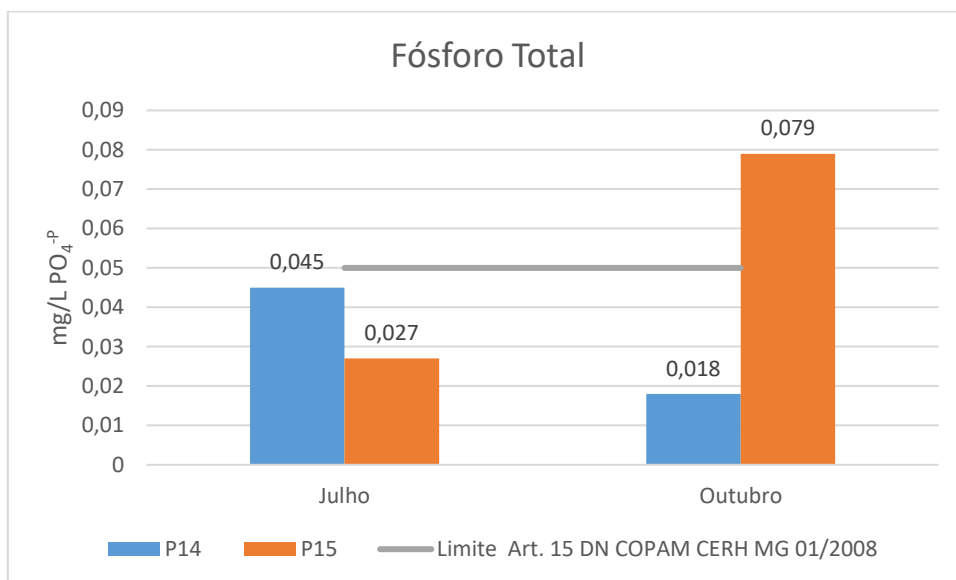
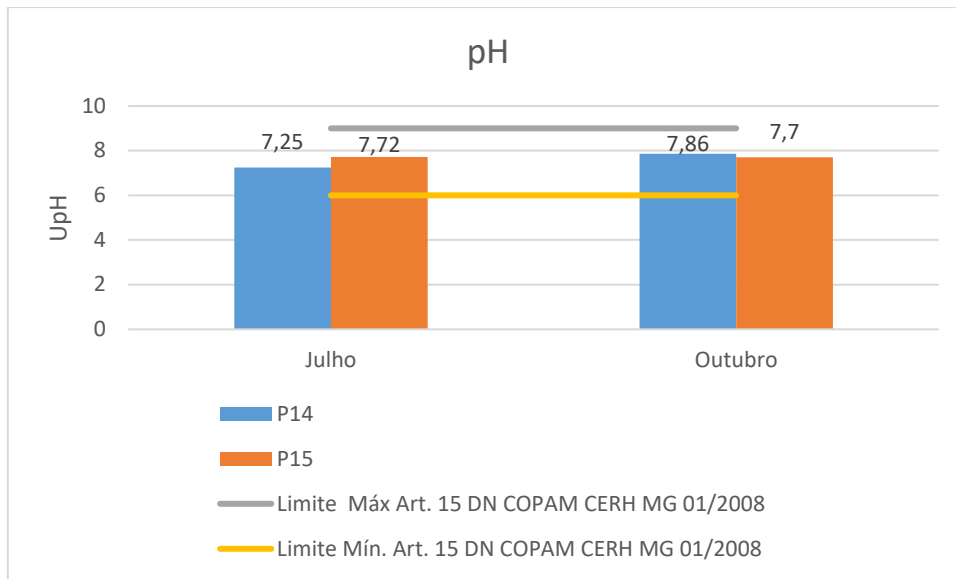
Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Afluentes do Ribeirão da Passagem			
			Julho 2021		Outubro 2021	
			P14	P15	P14	P15
Turbidez	UNT	100	4,60	1,13	11,80	27,90
Ferro Solúvel	mg/L	5	0,51	1,26	0,80	0,31
Ferro Total	mg/L	-	1,38	2,30	2,26	21,70
Manganês Solúvel	mg/L	-	0,10	<0,05	<0,05	0,14
Manganês Total	mg/L	0,5	0,10	<b>0,92</b>	0,12	<b>2,70</b>

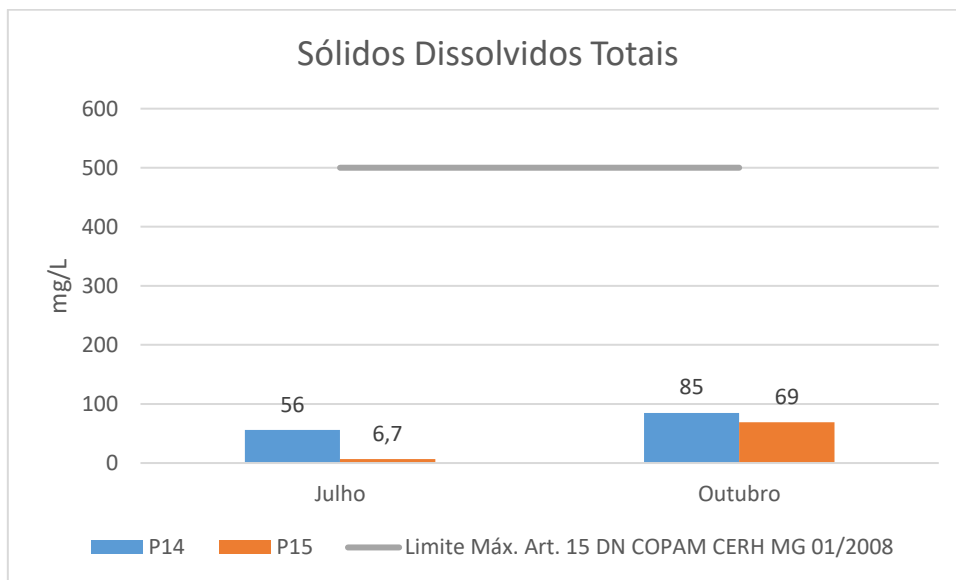
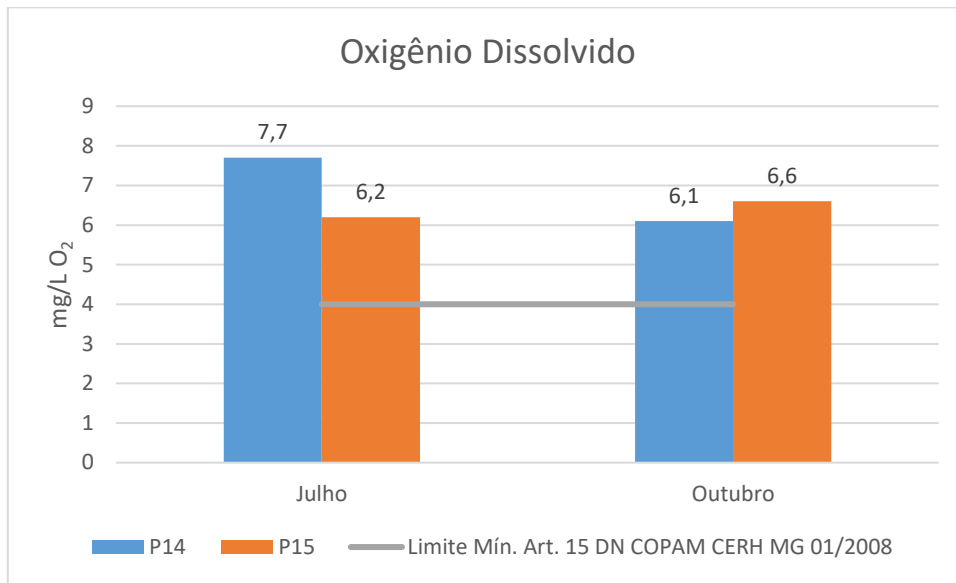
\*Limites definidos pelo Artigo 15 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH 01/2008.

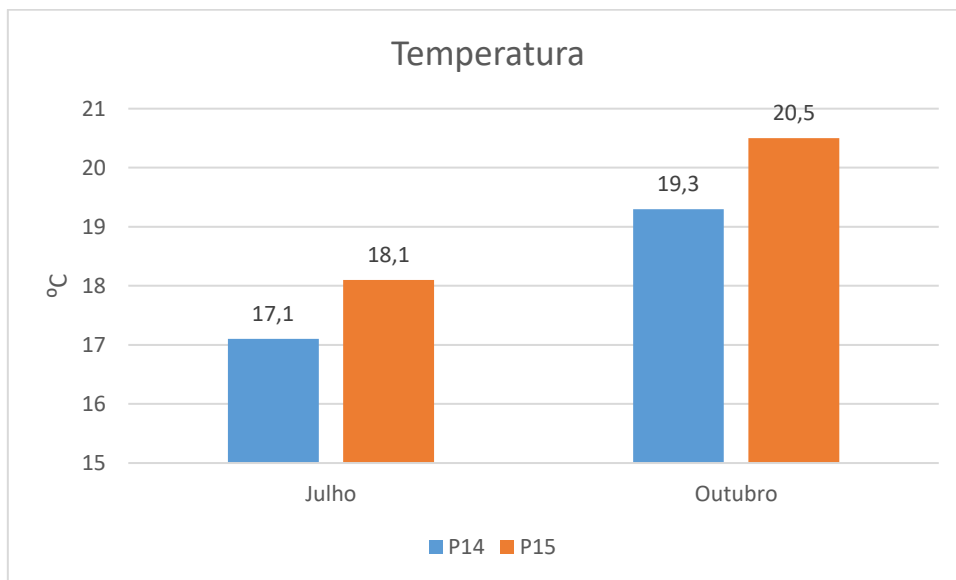
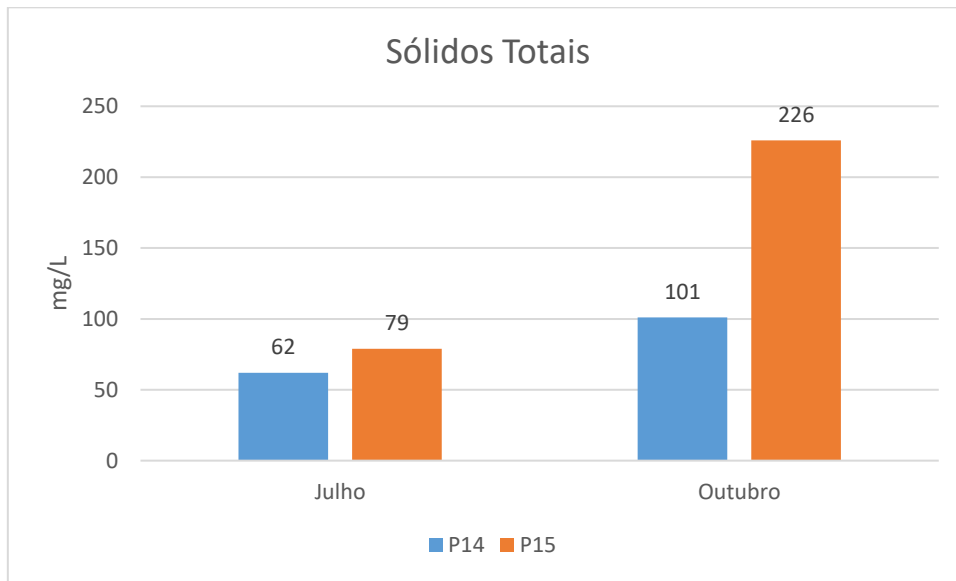
\*\* Limite de detecção da metodologia analítica utilizada pelo laboratório Visão Ambiental.

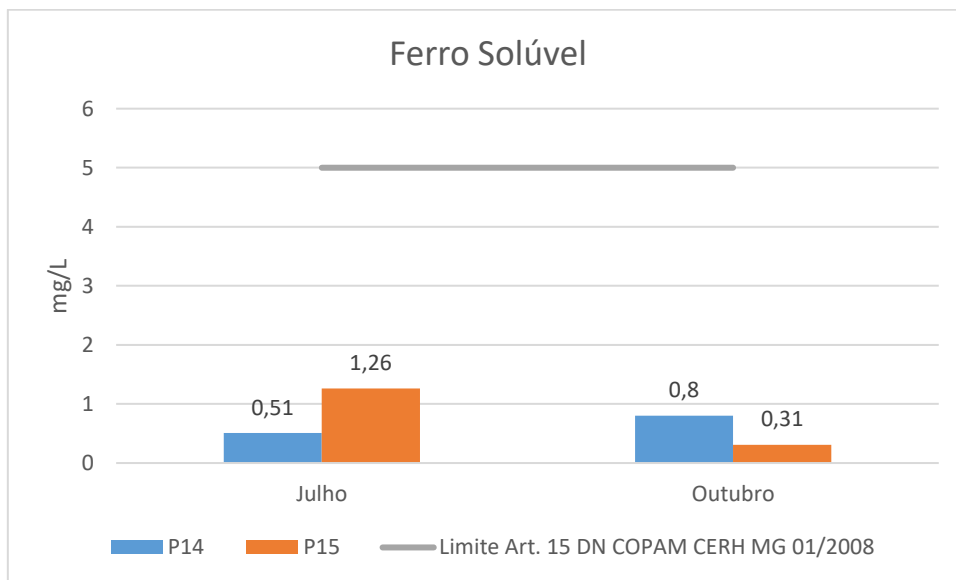
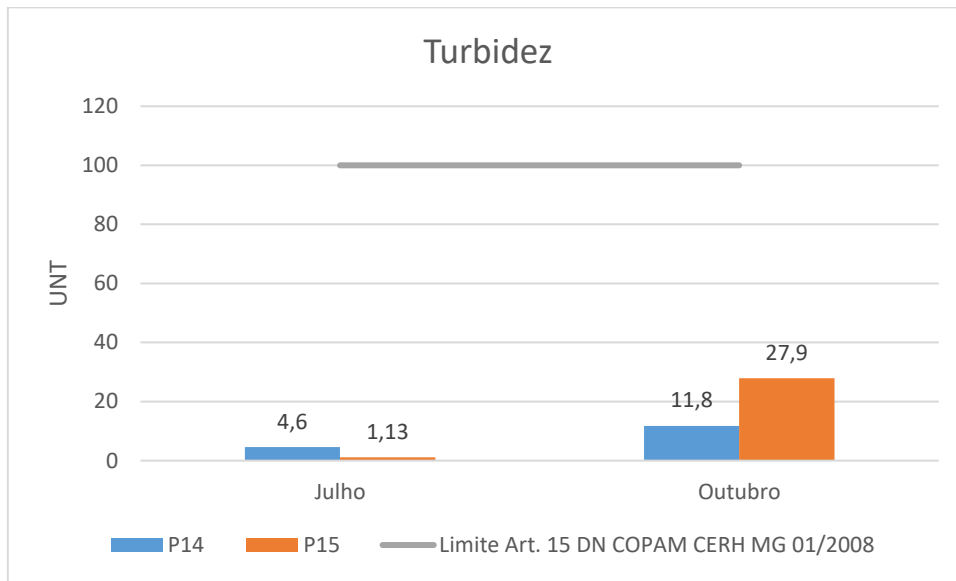


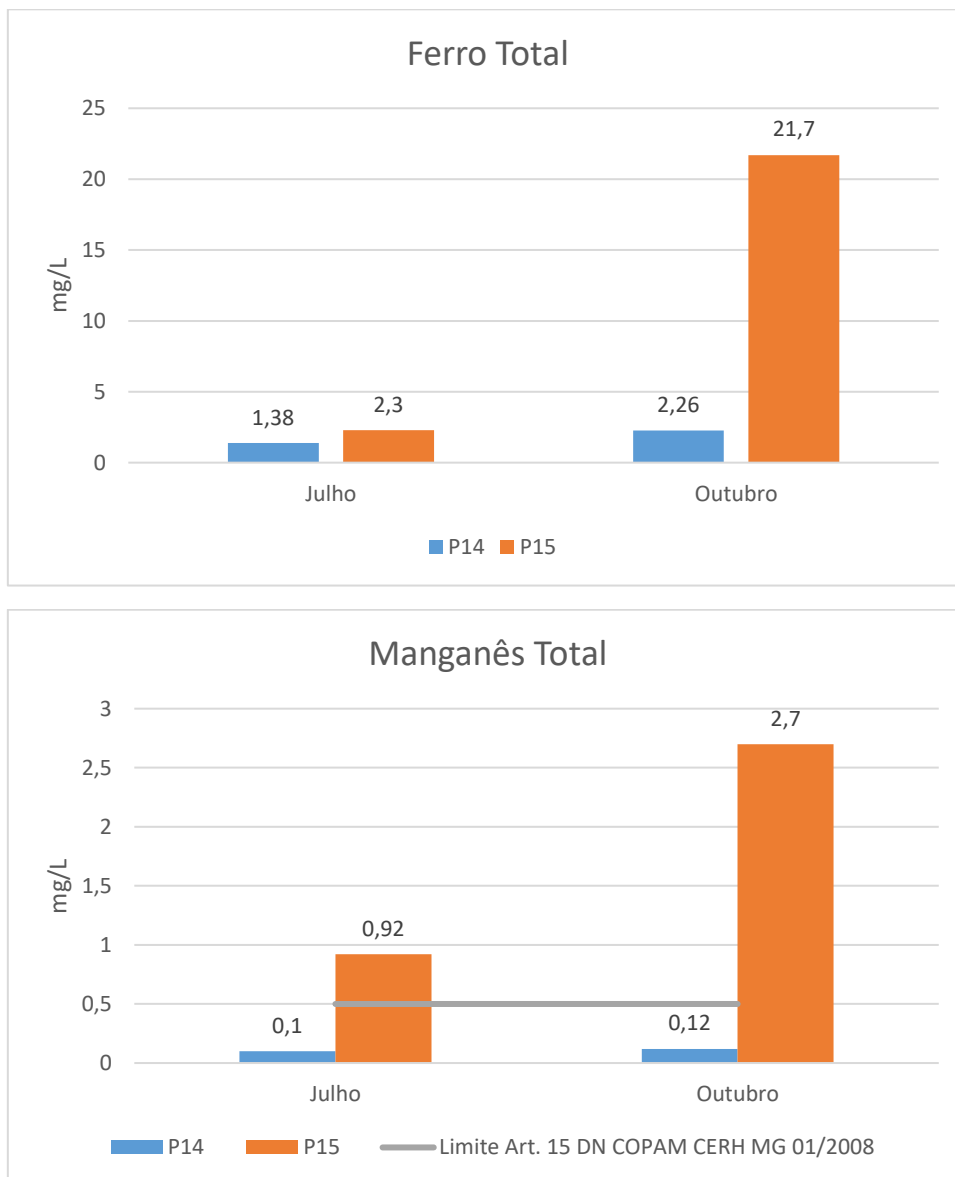
**Figura 11.58 – Resultados dos parâmetros pontos P14 e P15**











De maneira geral, verifica-se a boa qualidade dos afluentes do ribeirão da Passagem, no trecho representado pelos pontos P14 e P15, tendo em vista que a maior parte dos parâmetros analisados apresentaram resultados em conformidade com o artigo 15 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH-MG 01/2008. Contudo, o parâmetro Manganês apresentou resultados superiores ao estabelecido pela legislação no ponto P15 em julho e outubro de 2021. O parâmetro Manganês Total é importante ressaltar que o manganês é um metal comumente encontrado em solos, sendo que sua ocorrência está relacionada às características geoquímicas da região. Devido a fatores físico-químicos, o manganês pode ser disponibilizado para a coluna d'água. Nas águas superficiais, o nível

de manganês aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Este ponto também apresentou resultados em não conformidade para os parâmetros Fósforo total e Sólidos Suspensos Totais no mês de outubro de 2021.

O ponto P14 apresentou não conformidade para o parâmetro cor no mês de julho 2021, resultado este que pode estar associado à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Cita-se como principais compostos inorgânicos os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo (CETESB, 2009).



**Quadro 11.20 – Resultados Monitoramento Hídrico – Classe 2**

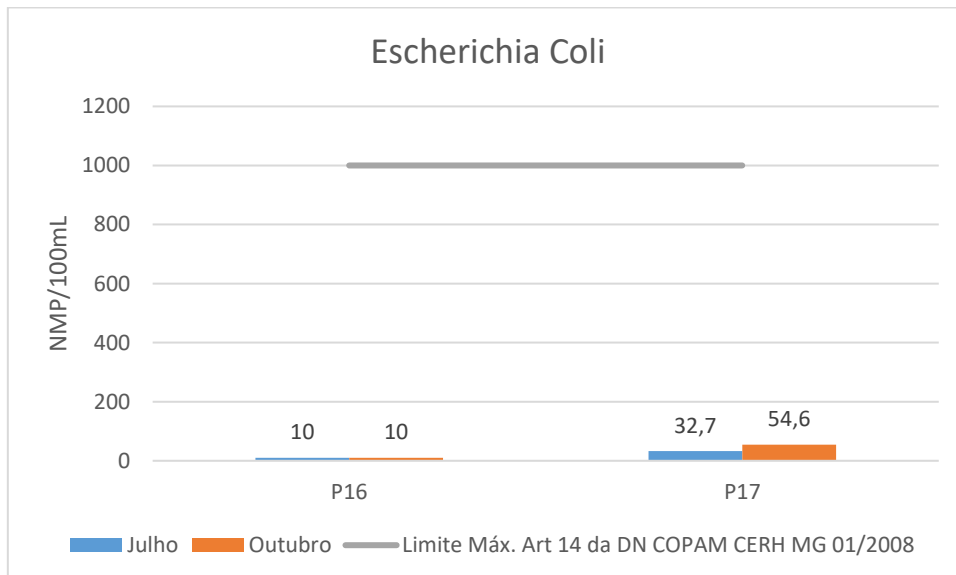
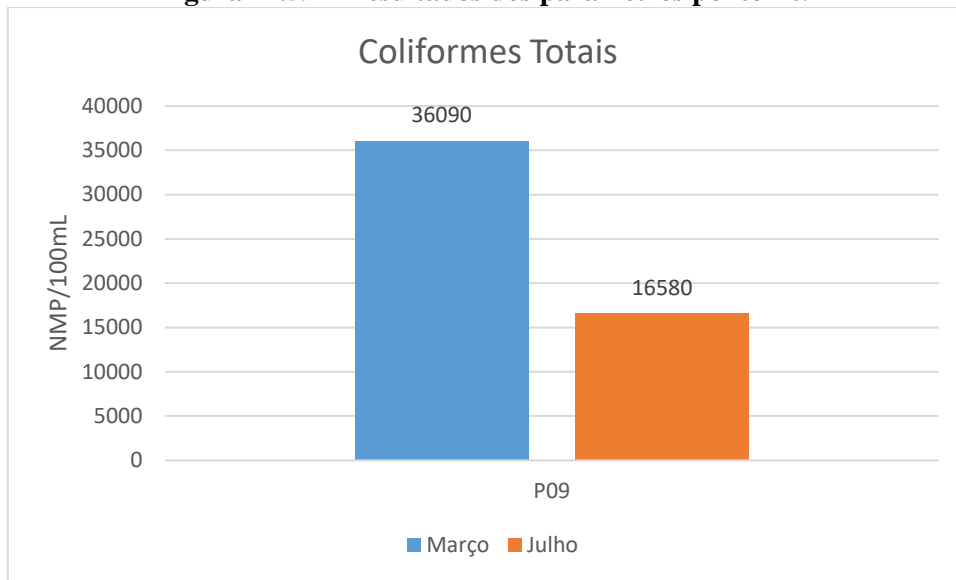
Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Ribeirão Soledade		Afluentes do Rio Maranhão			
			Março 2021	Julho 2021	Julho 2021		Outubro 2021	
			P09	P09	P16	P17	P16	P17
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	36090,0	16580,0	3076,0	9208,0	>2419,6	>2419,6
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	1000	<b>4640,0</b>	<b>3360,0</b>	10,0	10,0	32,7	54,6
pH	UpH	6-9	7,63	7,95	7,08	6,64	7,65	7,27
Cor Verdadeira	mg Pt/L	75	30,68	5,36	8,59	10,21	22,28	15,45
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	5	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Demanda Química de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	-	28,0	<12,0	<12,0	<12,0	<12,0	<12,0
Fósforo Total	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>P</sup>	0,05	0,020	0,015	0,010	0,018	0,013	0,017
Óleos e Graxas Totais**	mg/L	V.A	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	Mín. 5	9,1	7,1	6,7	6,0	6,3	5,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	61,0	45,0	50,0	44,0	33,0	23,0
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	100	<20,0	<20,0	<20,0	46,0	<20,0	<20,0
Sólidos Totais	mg/L	-	62,0	46,0	53,0	90,0	33,0	27,0
Surfactantes Aniônicos (MBAS)	mg MBAS/L	0,5	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Temperatura da amostra em campo	°C	-	24,72	15,9	19,6	17,6	19,8	20,2

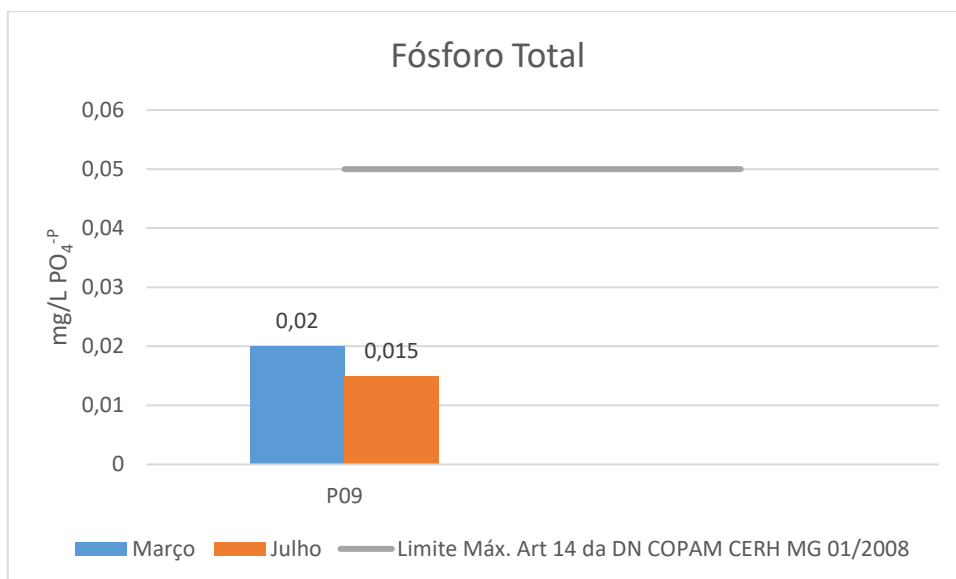
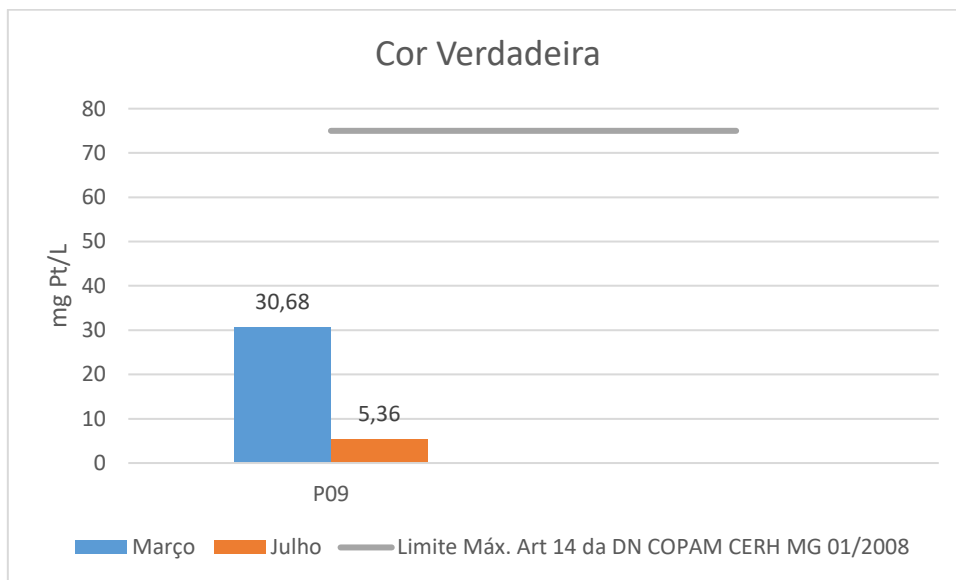
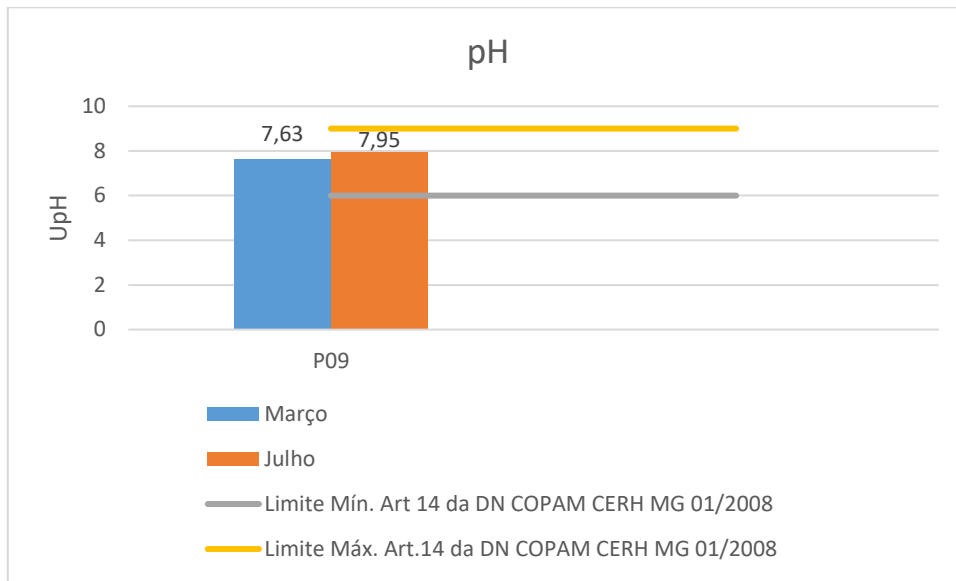
Parâmetros	Unidade	Limite Aceitável*	Ribeirão Soledade		Afluentes do Rio Maranhão			
			Março 2021	Julho 2021	Julho 2021		Outubro 2021	
			P09	P09	P16	P17	P16	P17
Turbidez	UNT	100	7,05	1,44	0,86	13,40	1,49	1,57
Ferro Solúvel	mg/L	0,3	<b>1,33</b>	<b>1,46</b>	0,13	<b>0,65</b>	<b>0,43</b>	<b>0,37</b>
Ferro Total	mg/L	-	1,86	0,22	1,42	1,14	0,68	0,60
Manganês Solúvel	mg/L	-	0,07	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Manganês Total	mg/L	0,1	<b>0,16</b>	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

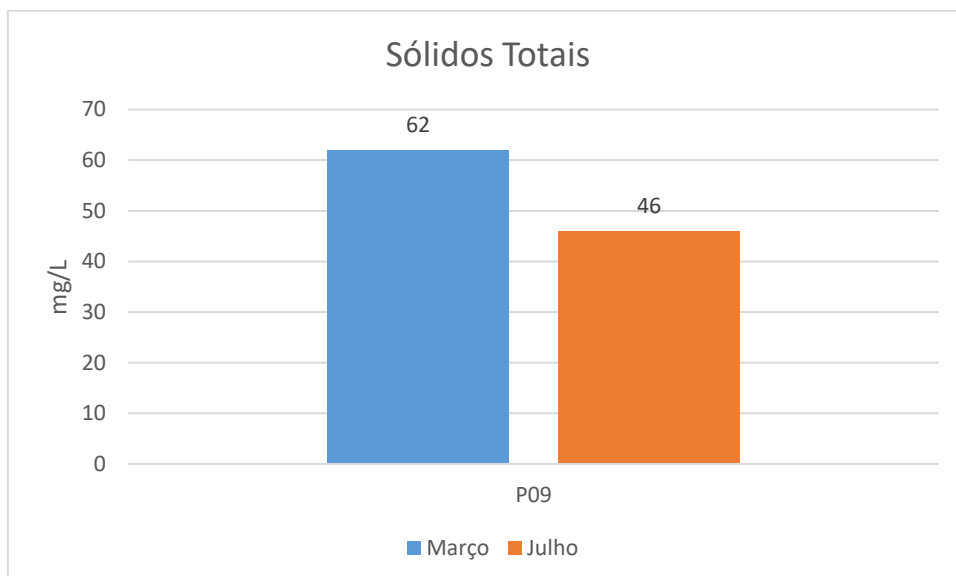
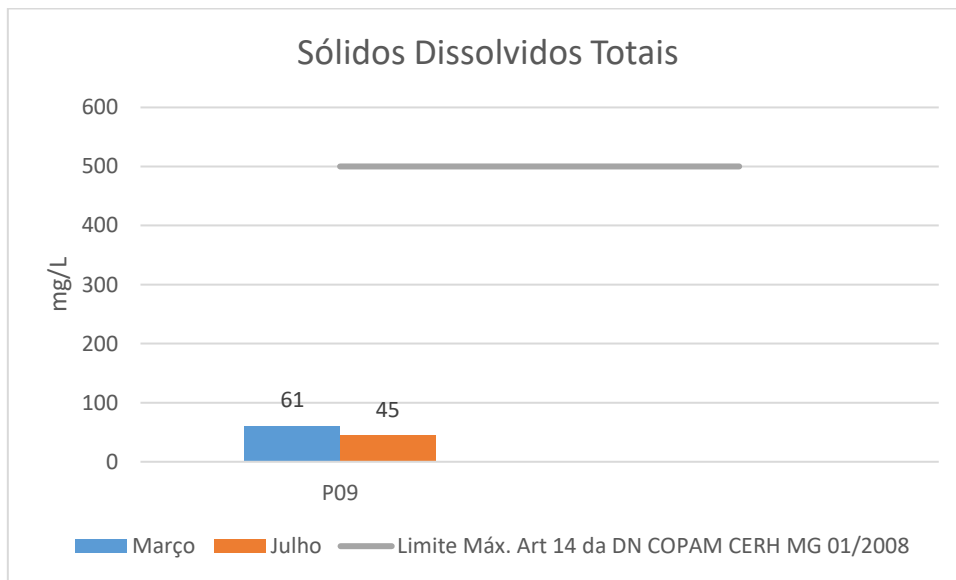
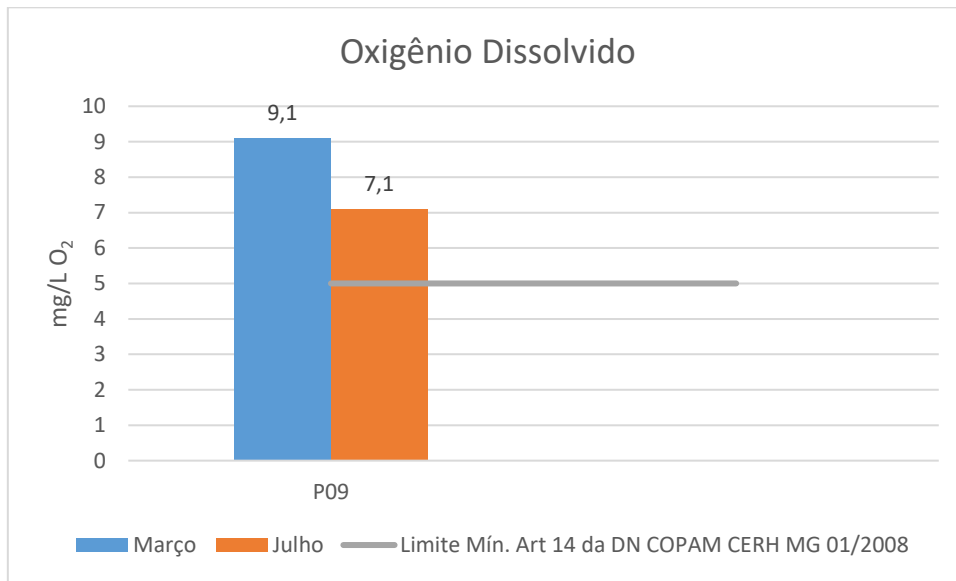
\*Limites definidos pelo Artigo 14 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH 01/2008.

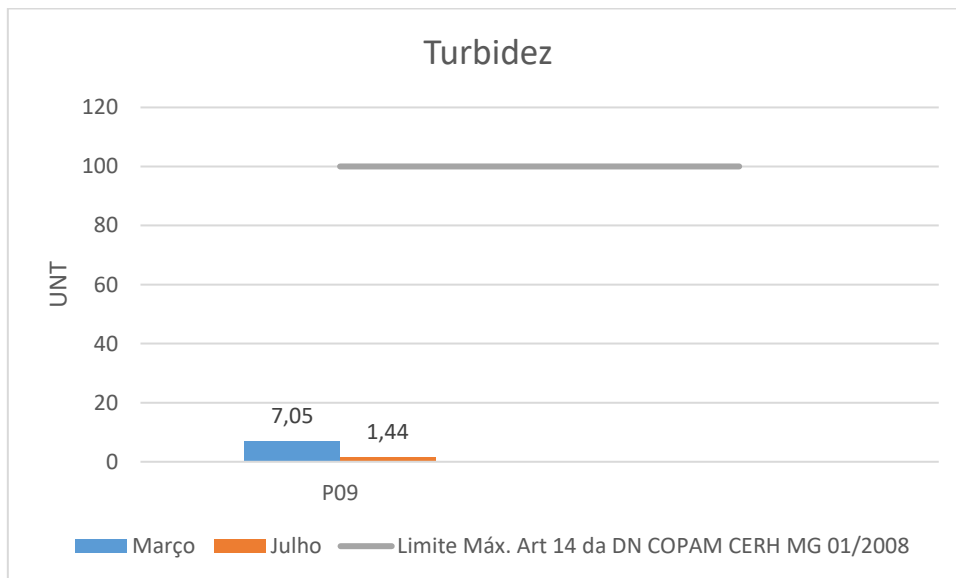
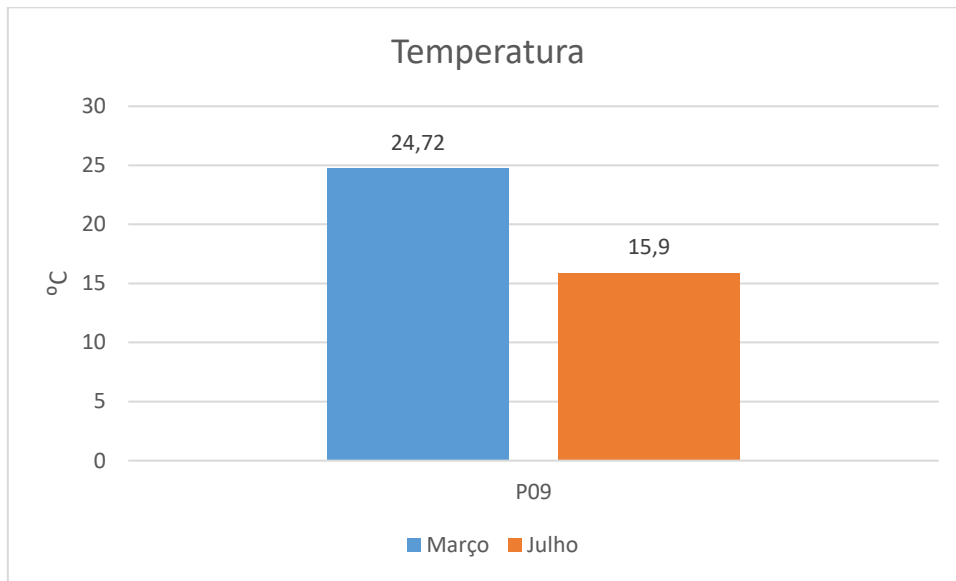
\*\* Limite de detecção da metodologia analítica utilizada pelo laboratório Visão Ambiental

Figura 11.59 – Resultados dos parâmetros ponto P09

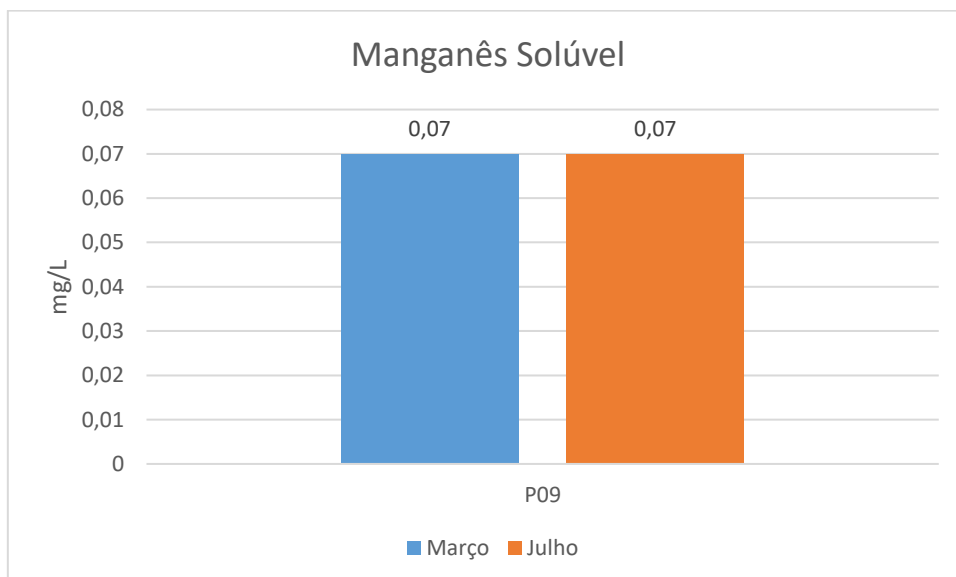
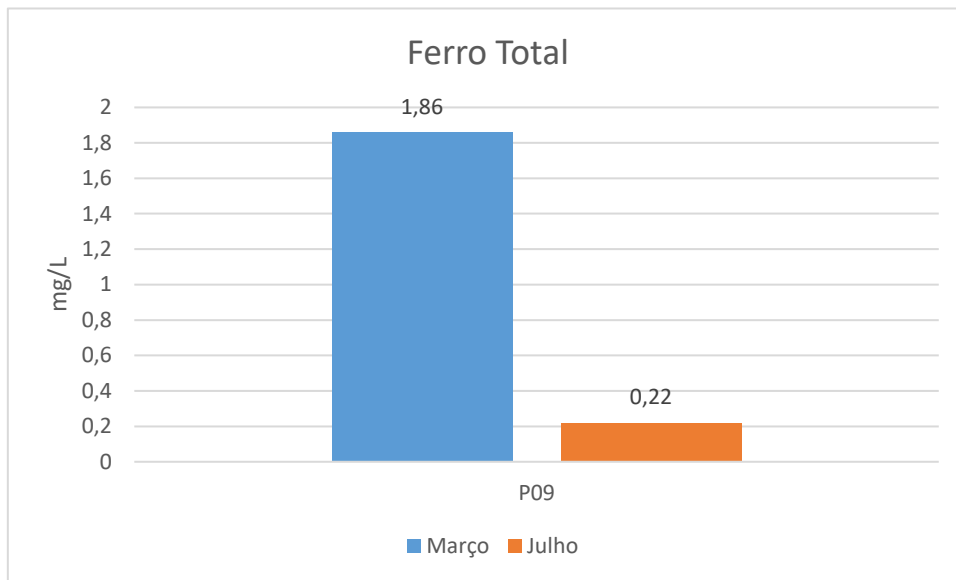
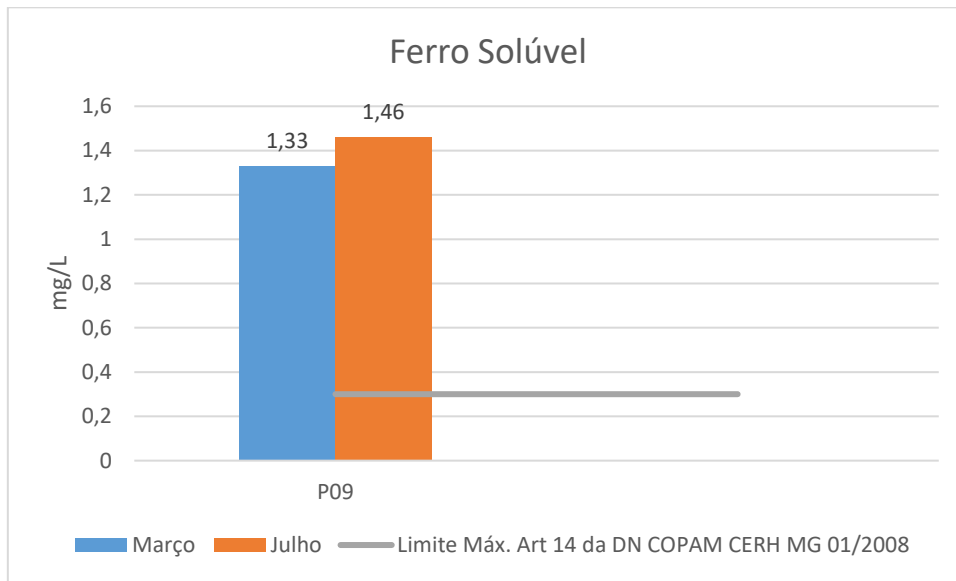


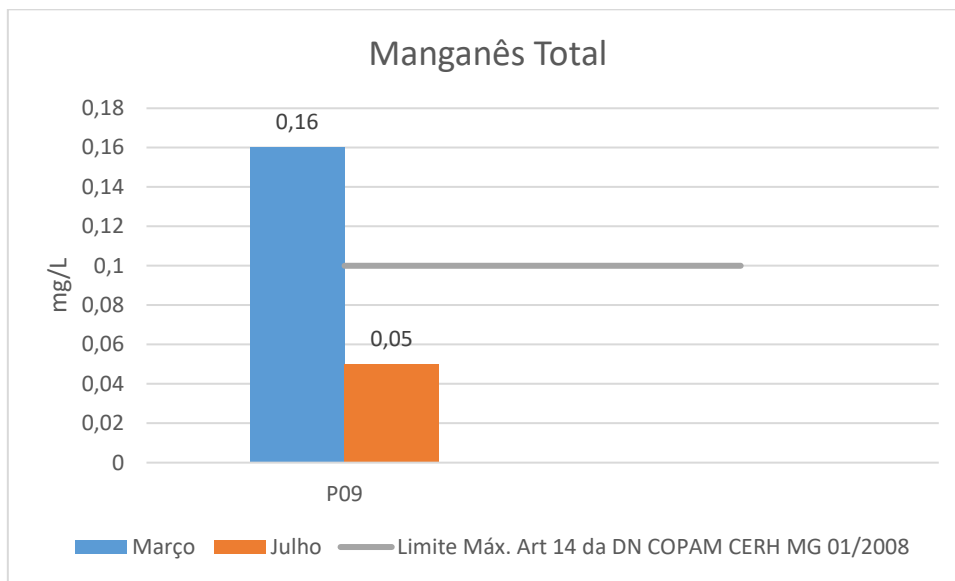












Na análise das águas do Ribeirão Soledade, caracterizada pelo trecho onde está localizado o ponto P09, pode-se verificar que os parâmetros Cor Verdadeira, DBO, Fósforo total, Manganês Total, Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos, Surfactantes Aniônicos e Turbidez estão dentro dos limites estabelecidos pela DN COPAM-CERH/MG 01/2008 para cursos d'água classe 2.

Os parâmetros Ferro Solúvel, Manganês Total e *Escherichia coli* extrapolaram os limites exigidos pela DN supracitada.

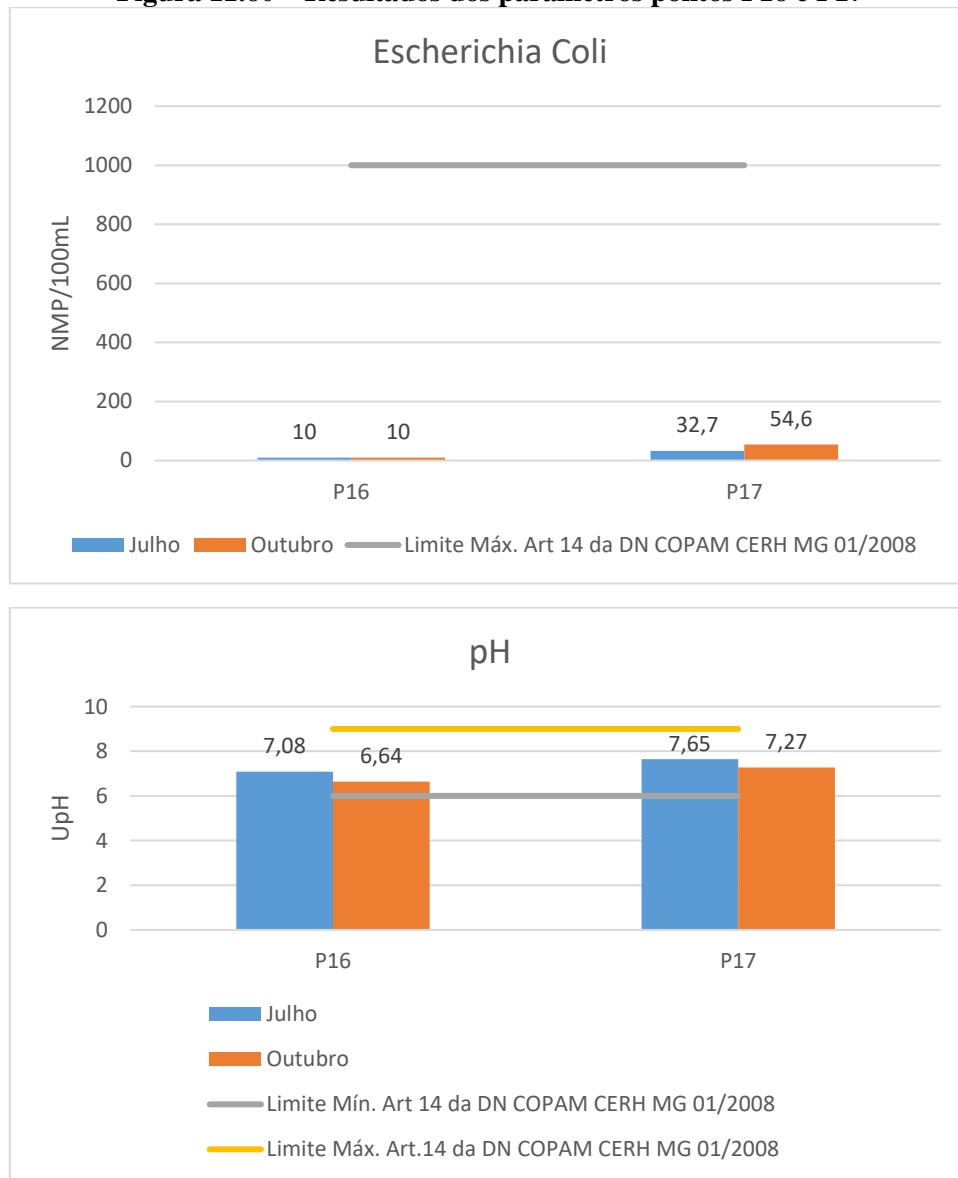
Com relação ao parâmetro Óleos e Graxas, o artigo 14 estabelece que tal parâmetro deve se apresentar virtualmente ausente. Tendo em vista que, nos boletins de análise, os valores obtidos para este parâmetro foram menores que o limite de detecção do método analítico utilizado pelo laboratório, entende-se que tal parâmetro atendeu à DN supracitada durante o período de amostragem no Ponto 09.

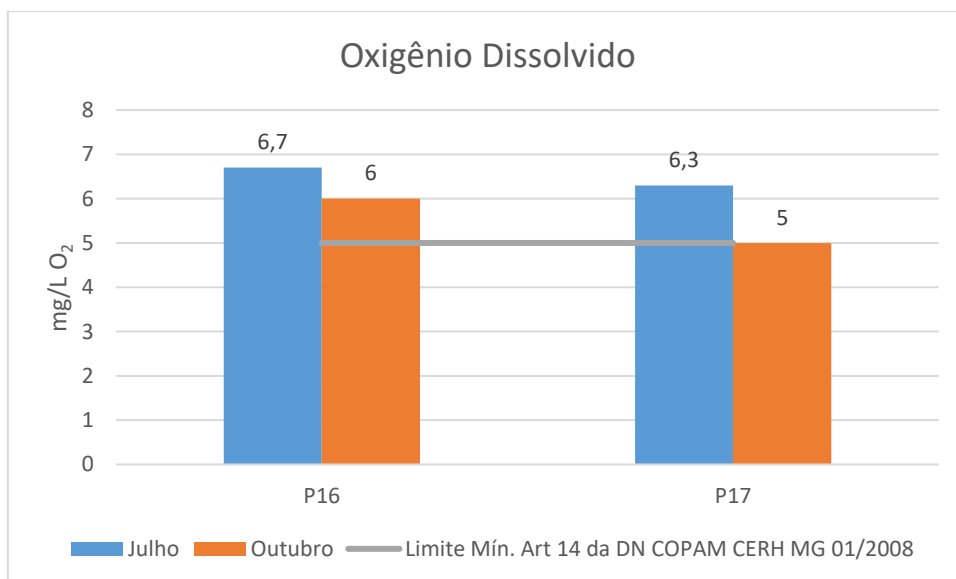
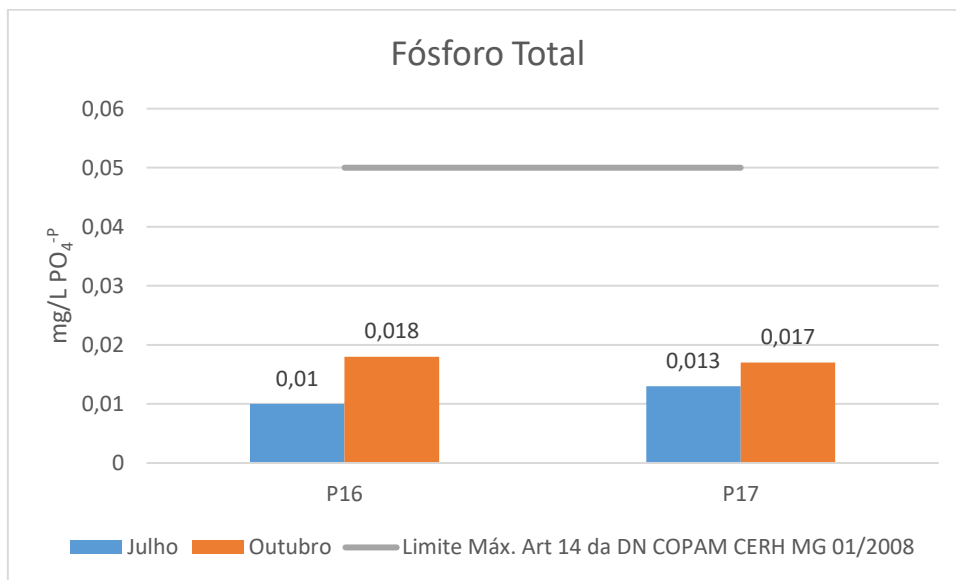
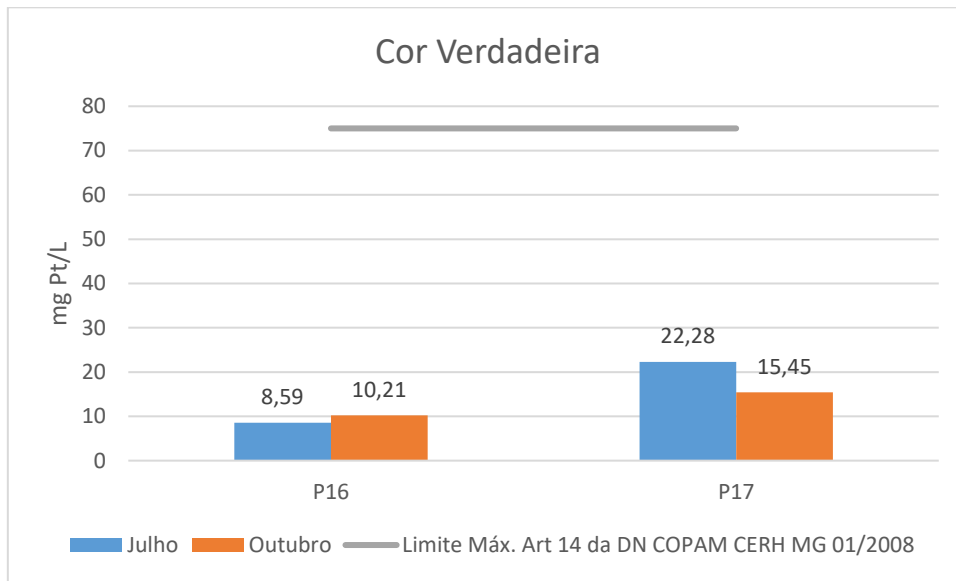
Já em relação aos parâmetros Ferro Solúvel e Manganês Total é importante ressaltar que são metais comumente encontrados em solos, sendo que suas ocorrências estão relacionadas às características geoquímicas da região. Devido à fatores físico-químicos, esses metais podem ser disponibilizados para a coluna d'água. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens.

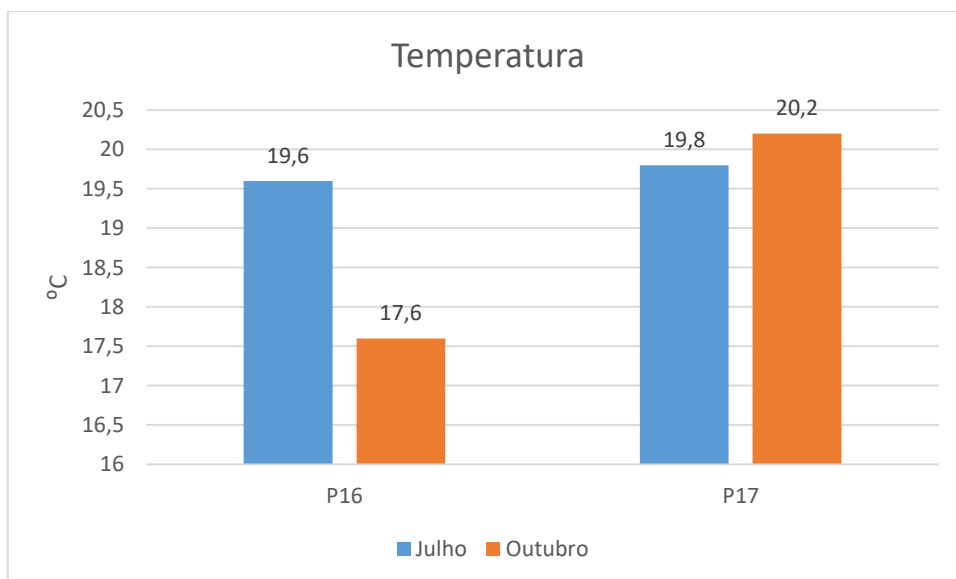
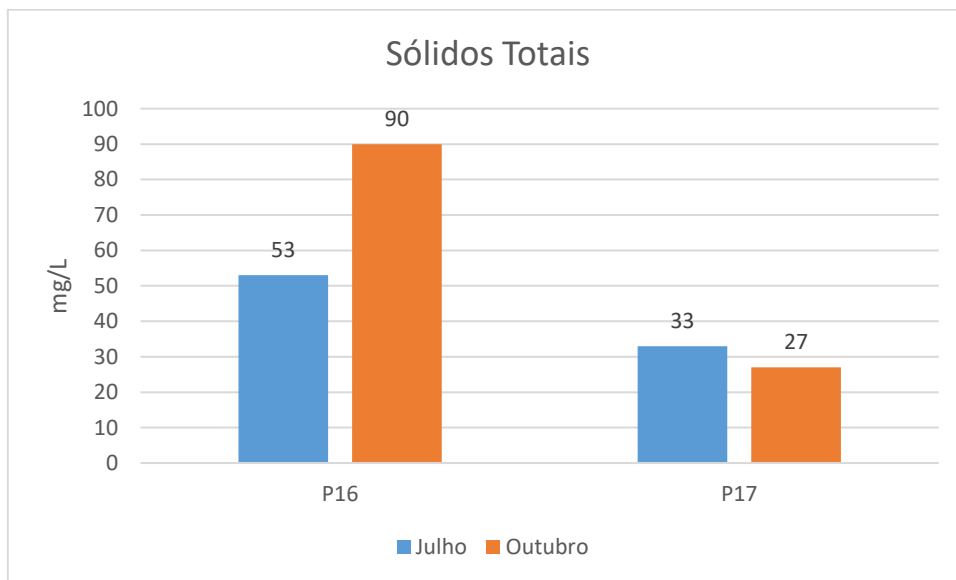
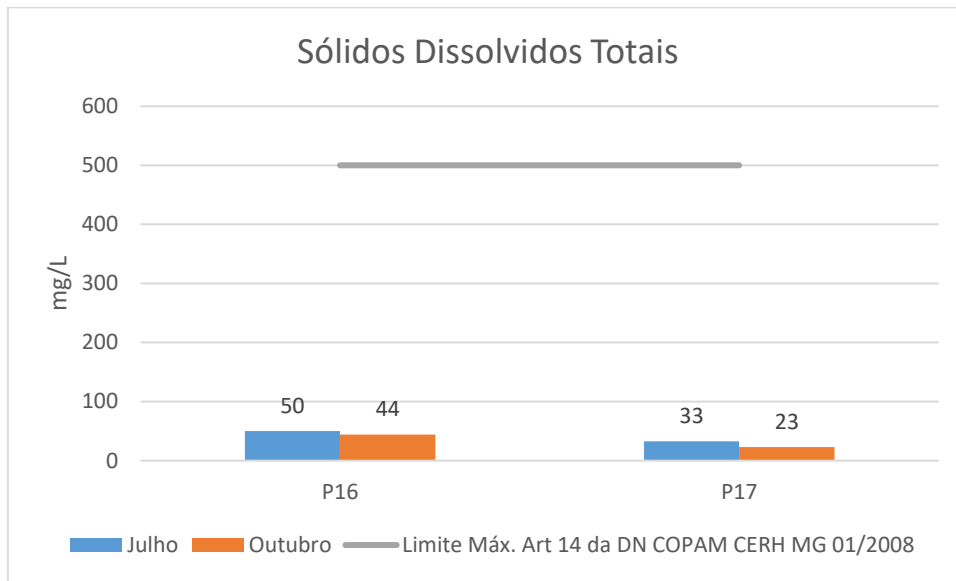
No que se refere ao parâmetro de *E. coli*, sabe-se que ela é a principal bactéria do subgrupo dos coliformes termotolerantes, sendo de origem exclusivamente fecal. *E. coli*

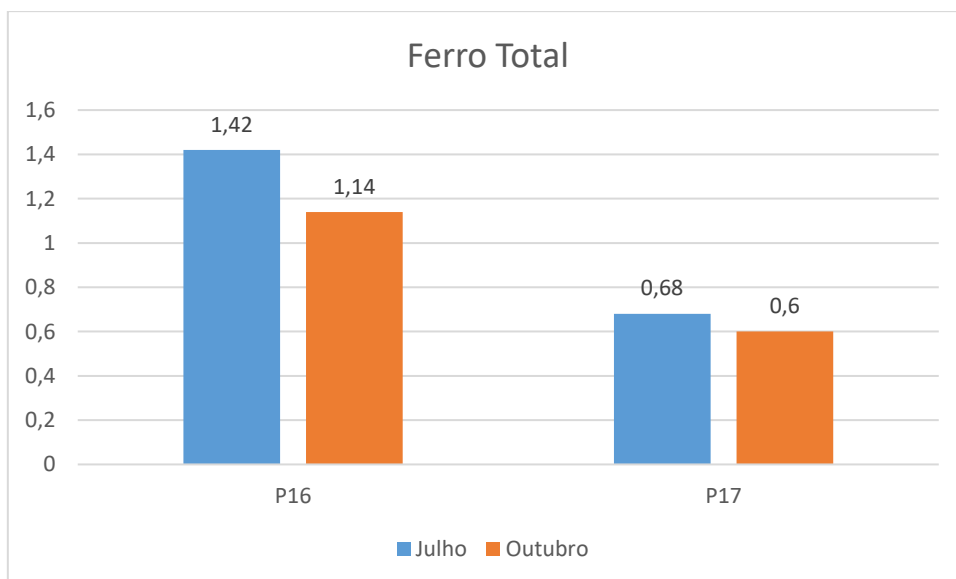
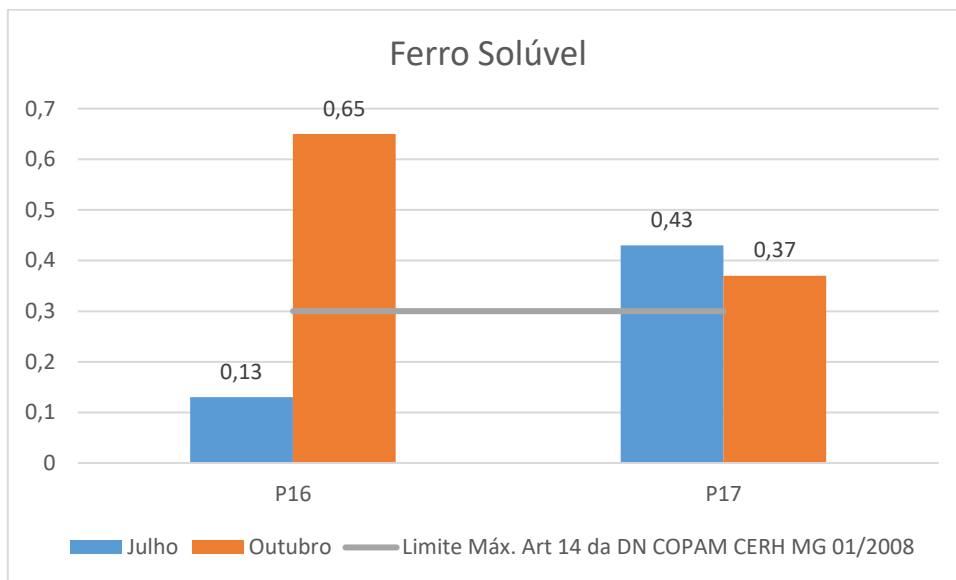
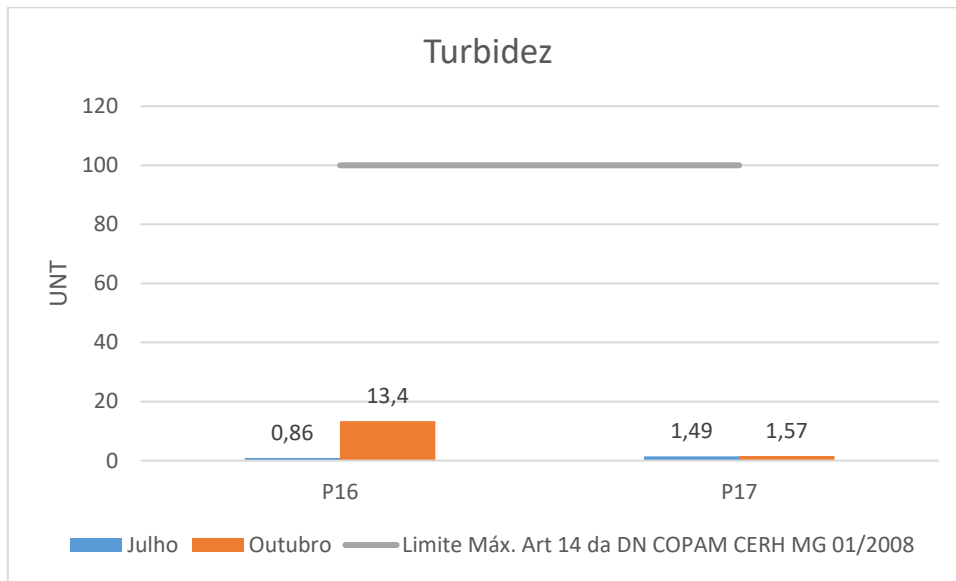
está presente em número elevado nas fezes humanas e de animais de sangue quente. É considerado um indicador mais adequado de contaminação fecal.

**Figura 11.60 – Resultados dos parâmetros pontos P16 e P17**











Verifica-se a boa qualidade dos afluentes do rio Maranhão, representados pelos pontos P15 e P16, tendo em vista que todos os parâmetros analisados apresentaram resultados em conformidade com o artigo 14 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH-MG 01/2008, com exceção do parâmetro Ferro Solúvel. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens.

#### **11.1.9.6 Aspectos Hidrogeológicos**

Os contínuos avanços nas pesquisas geológicas e geocronológicas já possibilitam o conhecimento de boa parte da história geológica da crosta terrestre, reservando ao estado de Minas Gerais, uma série de acontecimentos tectônicos de relevância.

A área da Bacia do Rio Paraopeba agrega rochas antigas do estado, que compõem a porção meridional do chamado Cráton do São Francisco (IGAM, 2018; CRPM, 2018).

Ao analisar a geocronologia da formação da região, verifica-se que a porção central da Bacia Hidrográfica é a mais antiga, predominantemente de idade arqueana, onde se encontram as duas principais unidades litoestratigráficas da Bacia: o Complexo Belo Horizonte e o Complexo do Bonfim.

Nas cabeceiras do Paraopeba, verifica-se principalmente a formação da Suíte Alto Maranhão, que é mais recente e de idade proterozóica, e do arqueano de Nova Lima em menor proporção, enquanto no exutório da Bacia há dominância da Formação Serra de Santa Helena, também de idade proterozóica, bem como de formações superficiais mais recentes, como as Coberturas Detrito-Lateríticas Cenozóicas (IGAM, 2018; CRPM, 2018).

No que diz respeito propriamente dito à hidrogeologia local, a Bacia abrange cinco Sistemas Aquíferos de maior representatividade, sendo eles:

- a) Sistema Aquífero Embasamento Cristalino;
- b) Sistema Aquífero Granular / Fissural,
- c) Sistema Aquífero Cárstico,
- d) Sistema Aquífero Formações Cenozóicas,
- e) Sistema Aquífero Ferrífero.

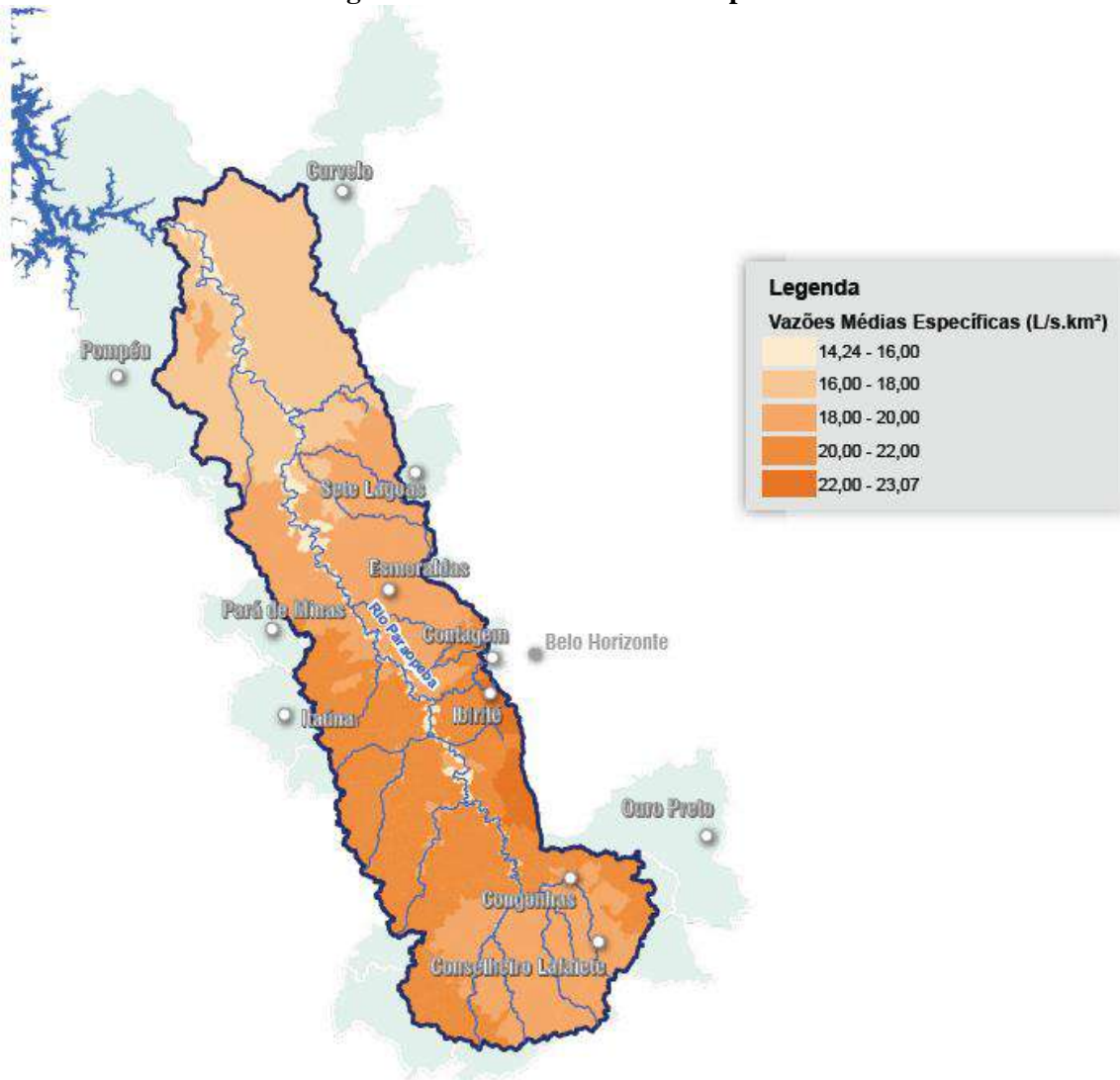


A definição da disponibilidade hídrica admite diferentes interpretações e está ligada à finalidade de planejamento e gerenciamento da bacia.

As vazões médias de longo período (Qmld) referem-se à média aritmética das vazões diárias das séries disponíveis, sendo também o limite teórico de regularização de uma bacia. Sua análise é de profunda importância para conhecer o comportamento médio das disponibilidades hídricas da região.

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, o resultado das análises das vazões médias, em termo de vazões específicas, apresentou valores entre 14 e 23 L.s/km<sup>2</sup>, os quais são compatíveis com a distribuição de precipitação e indicam uma produtividade alta, quando comparados aos valores do restante da Bacia do rio São Francisco.

Figura 11.62 – Vazões Médias Específicas



Fonte: UFV/IGAM (2012).

De acordo com a Portaria IGAM nº 49, de 01 de julho de 2010, a qual estabelece os procedimentos para a regularização do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais, validada pela Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1.548, de 29 de março 2012, que dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado, a vazão de referência de outorga refere-se à 30% (trinta por cento) da Q<sub>7,10</sub> (vazão mínima de sete dias e período de 10 anos de recorrência).

Nesse contexto, o conhecimento da Q<sub>7,10</sub> na bacia é fundamental para auxiliar na política de outorga. Além disso, o conhecimento de outras vazões mínimas da bacia é básico em estudos de disponibilidade hídrica e preservação ambiental, pois, estão naturalmente

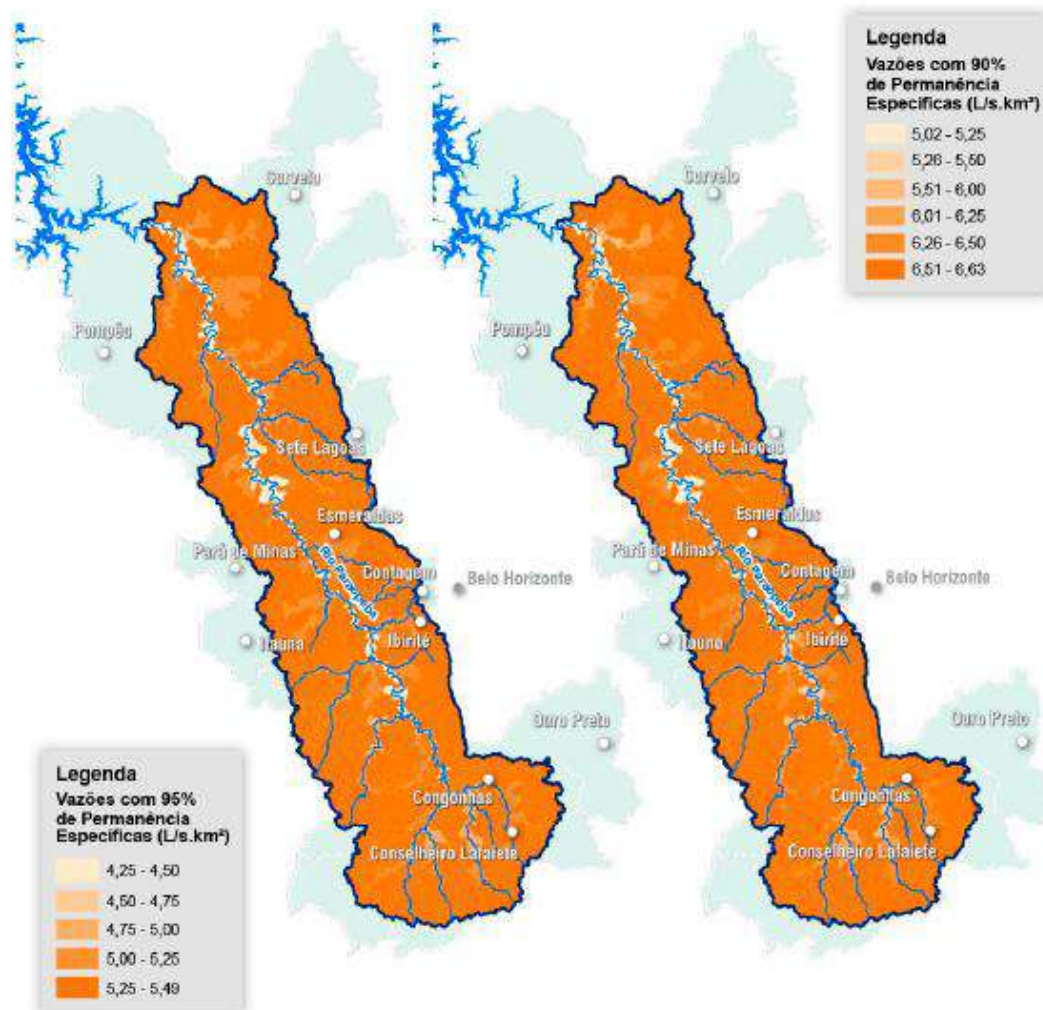
vinculadas a períodos críticos de oferta d'água pelo curso d'água que condicionam a demanda (PAIVA *et al.*, 2001).

Segundo dados fornecidos pelo IGAM em 2012, as vazões mínimas, ou de estiagem, analisadas no âmbito do PDRH Paraopeba foram a de 90% de permanência (Q90%), 95% de permanência (Q95%) e a própria Q7,10.

Os resultados das vazões com 95% de permanência, em termos de vazões específicas, apresentaram valores entre 4,2 e 5,5 L.s/km<sup>2</sup>.

Do ponto de vista das vazões com 90% de permanência, as vazões específicas são ligeiramente maiores, com valores entre 5,0 e 6,5 L.s/km<sup>2</sup>.

Figura 11.63 – Vazões com 90% e 95% de Permanência



Fonte: UFV/IGAM (2012).







RPD (Recarga Potencial Direta), e sua parcela que pode ser utilizada de forma a não interferir nas vazões mínimas ecológicas e de referência para outorga, determinada como RPE (Reserva Potencial Explotável) (CRPM, 2018).

**Figura 11.65 – Resultados de Recarga de Potencial Direta e Recarga de Potencial Explotável específicos**

SISTEMA AQUÍFERO	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	RPD ESP MÉDIO (L/S.KM <sup>2</sup> )	RPE ESP MÉDIO (L/S.KM <sup>2</sup> )
Cárstico	116,46	4,46	1,78
Cristalino	6.374,44	0,89	0,36
Formações Cenozóicas	1.336,36	9,54	3,82
Formações Ferríferas	65,02	4,98	1,99
Metassedimentos- Metavulcânicas	1.960,23	0,97	0,39
Poroso/Fissural - Aflorante	2.139,52	2,13	0,85
Poroso/Fissural - Não Aflorante	1.287,54	0,48	0,19

Fonte: CRPM (2018).

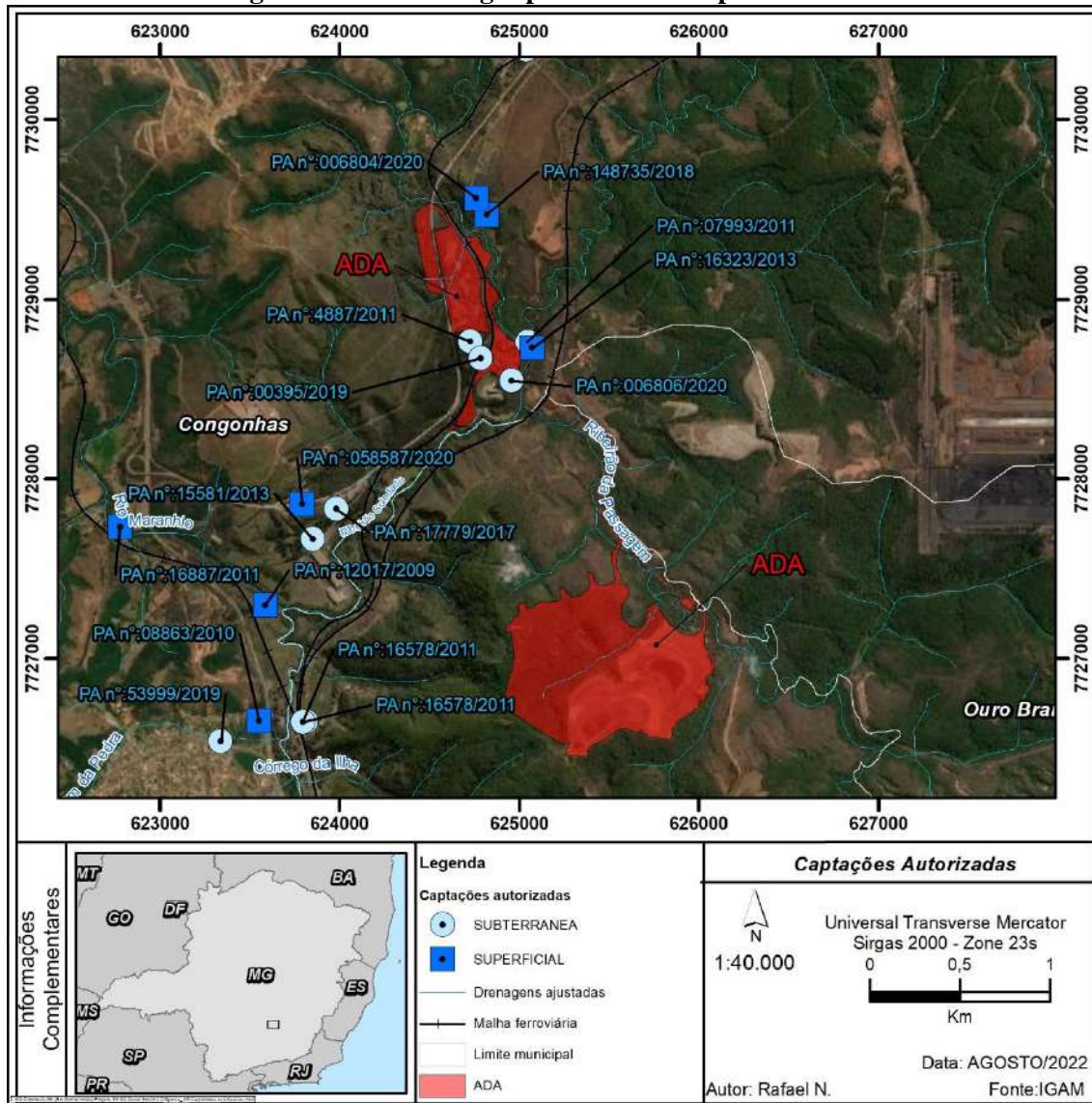


	poço tubular já existente					
Superficial	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	0,001 m <sup>3</sup> /s	Rio Maranhão	-20.54916667	-43.81444444	Consumo Industrial
Subterrânea	Captação de água subterrânea por meio de poço manual (cisterna)	1,8 m <sup>3</sup> /h	-	-20.54406944	-43.81250556	Consumo Humano
Subterrânea	Captação de água subterrânea por meio de poço manual (cisterna)	1,2 m <sup>3</sup> /h	-	-20.54277778	-43.81222222	Consumo Industrial
Superficial	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	1l/s	Afluente do Rib. Soledade	-20.54111111	-43.81138889	Consumo Industrial
Superficial	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	0,8l/s	Afluente do Rio Maranhão	-20.54305556	-43.8175	Irrigação
Superficial	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	1/s	Afluente do Rib. Soledade	-20.53944444	-43.80972222	Consumo Humano e Consumo Industrial
Subterrânea	Captação de água surgência (nascente)	0,35 m <sup>3</sup> /h	-	-20.53969444	-43.80991667	Lavagem de Veículo
Superficial	Dragagem de curso de água para fins de extração mineral	-	Ribeirão Soledade	-43.80083333	-43.80083333	Extração Mineral
Subterrânea	Captação de água subterrânea por meio de poço tubular já existente	3,91 m <sup>3</sup> /h	-	-20.53666667	-43.80305556	Consumo Humano
Subterrânea	Captação de água subterrânea por meio de poço tubular já existente	1,4 m <sup>3</sup> /h	-	-20.53583333	-43.80361111	Consumo Humano

Superficial*	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	0,0048 m <sup>3</sup> /s	Ribeirão Soledade	-20.53611111	-43.80027778	Consumo Industrial
Subterrânea*	Captação de água subterrânea por meio de poço tubular já existente	4,6 m <sup>3</sup> /h	-	-20.53583333	-43.80055556	-
Superficial	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	0,6 l/s	Ribeirão Soledade	-20.52944444	-43.80277778	Consumo Humano e Consumo Industrial
Superficial	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	0,09l/s	Ribierão Gurita	-20.53212778	-43.79851389	-

\*Outorgas de direito da LGA – Mineração e Siderurgia S.A

Figura 11.67 – Outorgas próximas ao empreendimento



### 11.1.9.8 Cadastramento de Nascentes

Frente a importância hidrogeológica da região do entorno da área do empreendimento, e objetivando se conhecer com certo detalhe as características das descargas subterrâneas, foi realizado um cadastramento de nascentes/surgências e pontos d'água relevantes, em regiões pré definidas relacionadas ao Projeto 4M, apresentando uma breve descrição das características naturais da área.

O inventário de pontos d'água consistiu no levantamento em campo das ocorrências relacionadas aos recursos hídricos. A metodologia empregada no inventário de pontos d'água teve início com uma compilação dos dados topográficos disponíveis, levantamento de informações de estudos já realizados na área, obtenção de drenagens do IBGE e levantamento de arruamentos/ vias pavimentadas e não pavimentadas.



Por meio da topografia foi confeccionado um modelo digital do terreno (MDT) no *software* Arc GIS 10.8, onde foi possível entender a dinâmica dos escoamentos superficiais, tornando-se uma das formas utilizadas para a definição das áreas de inspeção.

Outro método utilizado foi a verificação das drenagens já levantadas e disponibilizadas pelo IBGE, ajustando as mesmas sobre uma imagem de satélite do local. Também foram consideradas as drenagens e nascentes já levantadas em estudos anteriores realizados na área LGA Mineração e Siderurgia S.A.

Após a compilação de todos os dados obtidos pelas metodologias descritas acima, foi feito um mapa pré campo com as seguintes informações: nascentes já levantadas da área, pontos e locais de possíveis ocorrências de nascentes, drenagens da região, limite da área de estudo e arruamentos e vias (pavimentadas e não pavimentadas).

O caminhamento foi registrado em rotas georreferenciadas, com o auxílio do GPS eTrex 30 Garmim, com precisão estimada de 3m, utilizando o sistema de projeção UTM e o Datum WGS84, zona 23S, sendo os dados posteriormente transcritos para o Datum SIRGAS2000, em conformidade com a Resolução 01/2005 do IBGE. Foram realizadas duas campanhas, uma no período de 5 a 10 de julho de 2021 e uma no período de 27 a 31 de dezembro de 2021, contemplando a época seca e chuvosa, respectivamente.

**Quadro 11.12 – Pontos de campo registrados na área de estudo**

Ponto	Coordenadas SIRGAS 2000		Tipo de Ponto
	X	Y	
TV 01	625210	7726668	Talvegue
TV 02	625569	7726341	Talvegue
TV 03	625447	7726390	Talvegue
TV 04	625549	7726889	Talvegue
TV 05	625250	7727321	Talvegue
TV 05B	625202	7727501	Talvegue
TV 06	625131	7727463	Talvegue
TV 07	624991	7727469	Talvegue
TV 08	624955	7727408	Talvegue
TV 09	624975	7727350	Talvegue
TV 10	625026	7727315	Talvegue
TV 11	625484	7727015	Talvegue



TV 12	625516	7727553	Talvegue
LG 01	624451	7729006	Lagoa
NAS 01	625023	7726475	Nascente
NAS 02	625131	7726792	Nascente
NAS 03	625131	7726788	Nascente
NAS 04	625615	7726411	Nascente
NAS 05	625029	7727566	Nascente
NAS 06	624955	7727360	Nascente
NAS 07	625778	7725882	Nascente
NAS 08	625781	7725899	Nascente
NAS 09	624496	7726877	Nascente

- *Ponto NAS1*

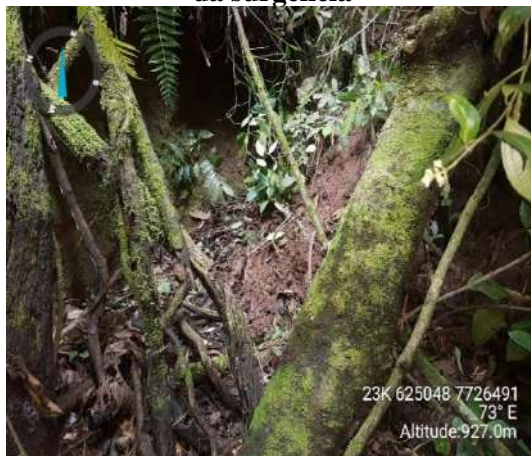
Coordenadas: 625023/ 7726475 - Elevação: 927 m

Descrição: Surgência em mata fechada, com presença de espécies de samambaias. Solo argiloso marrom, talvegue em terreno declivoso, baixo fluxo de água próximo a nascente.

Direção: Leste 90°

Vazão: 0,022 l/s – Medida cerca de 10 m a jusante da surgência.

**Figura 11.68 – Talvegue seco à montante da surgência**



**Figura 11.69 – Visão da surgência**



**Figura 11.70 – Ponto de medição de vazão**



- *Ponto NAS2*

Coordenadas: 625131/ 7726792 - Elevação: 940 m

Descrição: Surgência em mata fechada, com presença de espécies de samambaias no entorno da galeria. Solo argilo-arenoso marrom, com pequena porção de cor acinzentada. Cerca de 150 m a montante há sinais de intervenção antrópica/ supressão.

Direção: Sul 188°

Vazão: 0,041 l/s

**Figura 11.71- Talvegue seco a montante da surgência**



**Figura 11.72 – Detalhe da surgência**



**Figura 11.73 – Medição de Vazão**



- *Ponto NAS3*

Coordenadas: 625131/ 7726788 - Elevação: 940 m

Descrição: Surgência em talvegue bem encaixado, com mata fechada no entorno da galeria. Solo argilo-arenoso de cor marrom

Direção: SW 252°

Vazão: 0,055 l/s – Vazão medida cerca de 6 m a jusante da surgência.



**Figura 11.74 – Montante da surgência**



**Figura 11.75 – Surgência**



**Figura 11.76 – Medição de Vazão**



**Figura 11.77 – Encontro do fluxo da surgência 02 com a surgência 03**



- *Ponto NAS4*

Coordenadas: 625615/ 7726411 - Elevação: 940 m

Descrição: Talvegue com mata ciliar fechada, em estágio médio de regeneração, apresenta espécies de samambaias. Pouco fluxo de água próximo a surgência

Direção: SW 252°

Vazão: 0,017 l/s – Vazão medida cerca de 8 m a jusante da surgência

**Figura 11.78 – Montante do talvegue**



**Figura 11.79 – Surgência**



**Figura 11.80 – Jusante da surgência**



**Figura 11.81 – Medição de Vazão**



- *Ponto NAS5*

Coordenadas: 625029/ 7727566 - Elevação: 901 m

Descrição: Talvegue bem encaixado, galeria em estágio médio, com presença de espécies de samambaias. A surgência é do tipo pontual, apresentando um considerável volume de água, porém, sem fluxo aparente. Ela infiltra e surge novamente a 3 m a jusante.

Direção: N 357°

Vazão: 0,012 l/s – Vazão medida cerca de 23 m a jusante da surgência.



**Figura 11.82 – Talvegue seco a montante da surgência**



**Figura 11.83 - Surgência**



**Figura 11.84 – Detalhe para a parte a jusante onde a água infiltra**



**Figura 11.85 – Ponto de medição de vazão**



- *Ponto NAS6*

Coordenadas: 624955/ 7727360- Elevação: 901 m

Descrição: Talvegue bem encaixado, galeria em estágio médio, com presença de espécies de samambaias. Próximo a surgência há pouco fluxo de água. O solo é do tipo argilo-arenoso de cor marrom. Presença de muita matéria orgânica (folhas) no talvegue, surgência percola sob material rochoso.

Direção: W 280°

Vazão: 0,007 l/s



**Figura 11.86 – Talvegue seco a montante da surgência**



**Figura 11.87 – Surgência percolando sob material rochoso**



**Figura 11.88 – Medição de vazão**



- *Ponto NAS 07*

Coordenadas: 625778/ 7725882 - Elevação: 985 m

Descrição: Surgência em afloramento quartzito, com galeria apresentando vegetação em transição média de regeneração. Talvegue seco e bem encaixado a montante.

Direção: S 202°

Vazão: 0,055 l/s

**Figura 11.89 – Talvegue seco a montante da surgência**



**Figura 11.90 –Surgência em material rochoso**



**Figura 11.91 – Fluxo a jusante da surgência**



**Figura 11.92 – Medição de Vazão**



- *Ponto NAS 08*

Coordenadas: 625781/ 7725899 - Elevação: 977 m

Descrição: Surgênciaa em afloramento quartzito, com galeria apresentando vegetação em transição média de regeneração. Talvegue seco e bem encaixado com muita matéria orgânica (Folhas e Galhos)

Direção: W 261°

Vazão: 0,015 l/s



**Figura 11.93 – Talvegue seco a montante da surgência****Figura 11.94 – Ponto de Surgência****Figura 11.95 – Medição de Vazão****Figura 11.96 – Ponto a jusante da surgência**

- *Ponto NAS 09 - Intermitente*

Coordenadas: 624467 / 7729113 - Elevação: 928m

Surgência pontual, tipo brejo. Aparentemente trata-se de uma surgência intermitente, que a medida que há o acúmulo de precipitação, forma-se um lago, foi verificado que a montante da surgência o solo estava seco. No dia 30/12/21 percebeu-se que o talvegue a jusante da surgência estava seco, ao voltar no dia 05/01/22 este talvegue já estava com um certo volume de água, porém, secava novamente cerca de 10 m a jusante. Com o aumento de precipitação na última semana do ano fez com que houvesse este extravasamento de água para o talvegue que em dezembro de 2021 estava seco.



**Figura 11.97 – Talvegue seco em 30/12/2021 a jusante da área brejosa (surgência)**



**Figura 11.98 – Talvegue seco em 30/12/2021 a jusante da área brejosa (surgência)**



**Figura 11.99 – Talvegue em 05/01/2022 com água extravasada da área brejosa**



**Figura 11.100 – Talvegue em 05/01/2022 com água extravasada da área brejosa**



**Figura 11.101 – Talvegue seco a montante da área brejosa**



**Figura 11.102 – Área brejosa (Surgência Intermitente)**





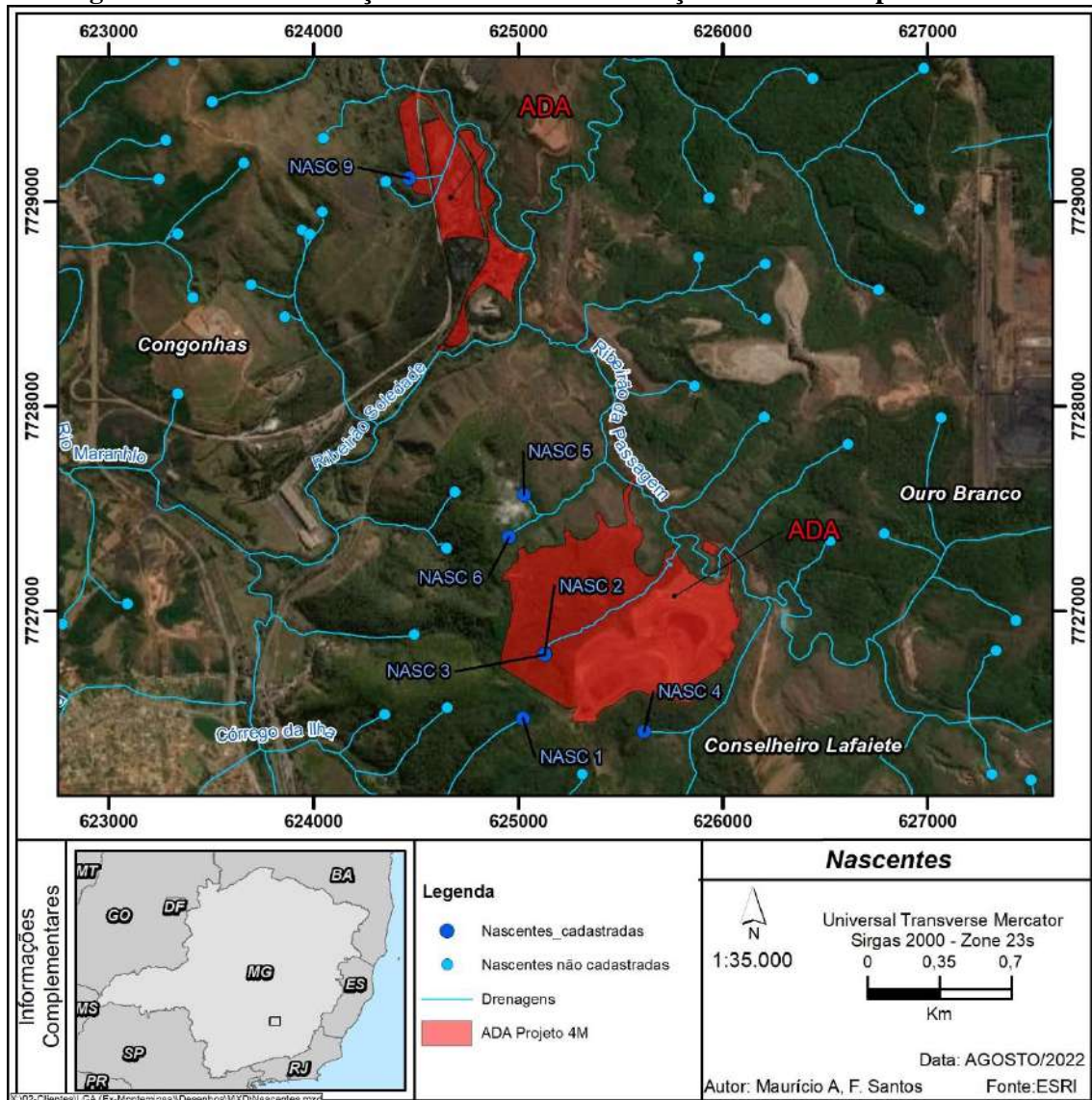
**Figura 11.103 – Área brejosa (Surgência Intermitente)**



**Figura 11.104 – Área brejosa (Surgência Intermitente)**



Figura 11.105 – Localização das Nascentes em relação a área do empreendimento



### 11.1.10 Áreas Contaminadas

Os estudos e levantamentos realizados na área do Projeto 4M, com relação à existência de áreas contaminadas, em conformidade ao que preconiza a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010, basearam-se nas seguintes premissas, quais sejam:

- A área do projeto pode ser considerada uma área sem ocupação ou atividades antrópicas recentes;
- Indícios de algum tipo de ocupação remonta ao passado recente, relacionado à pesquisa mineral através de furos de sondagem rotativa e galeria de pesquisas;



- Realização de caminhamentos para estudos de cavidades, cadastramento de nascentes, estudos de fauna e flora;
- Nos levantamentos de qualidade das águas superficiais e subterrâneas não foram encontrados nenhum indício de contaminação.

Todos estes trabalhos executados, principalmente os levantamentos de campo para subsidiar os diagnósticos da fauna, flora, entre outros, foram escutados com vistas à verificação de áreas degradadas o impactadas, incluindo a verificação de eventuais áreas contaminadas em decorrência de insumos, como o óleo diesel, para a exceção dos programas de sondagem.

Nenhuma situação anômala, que viesse a sugerir a possibilidade de uma contaminação do solo foi encontrada. O **Anexo 05** apresenta a Declaração de Áreas Contaminadas, na qual a LGA Mineração e Siderurgia S.A. declara “a inexistência de áreas suspeitas de contaminação ou contaminadas em função das atividades do empreendimento e que todas informações prestadas à Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM são verdadeiras”.

 **CERN – Consultoria e Empreendimentos de Recursos Naturais Ltda.**

Rua Pernambuco, 554/sala 501- Funcionários.

Belo Horizonte – MG – CEP: 30.130-156

Fone: (31) 3261.7766 - e-mail: cern@cern.com.br