

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICO-AMBIENTAIS APLICADOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO AMBIENTAL NO ENTORNO DAS COMUNIDADES INDÍGENAS MATURACÁ E ARIABU

Terra Indígena Yanomami, AM

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
DIVISÃO DE GESTÃO TERRITORIAL

2023

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICO-AMBIENTAIS APLICADOS
AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

GEOLOGIA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE

**LEVANTAMENTO
GEOQUÍMICO AMBIENTAL
NO ENTORNO DAS COMUNIDADES
INDÍGENAS MATURACÁ E ARIABU**

Terra Indígena Yanomami, AM

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues A. da Silva

Chefe da Divisão de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MANAUS

Superintendente

Marcelo Batista Motta

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

André Luís Martinelli Real dos Santos

Supervisor de Hidrologia e Gestão Territorial

José Luiz Marmos

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
I PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL I

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICO-AMBIENTAIS APLICADOS
AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

GEOLOGIA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO AMBIENTAL NO ENTORNO DAS COMUNIDADES INDÍGENAS MATURACÁ E ARIABU

Terra Indígena Yanomami, AM

AUTOR

José Luiz Marmos



Manaus
2023

**LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO AMBIENTAL NO
ENTORNO DAS COMUNIDADES INDÍGENAS
MATURACÁ E ARIABU - TERRA INDÍGENA YANOMAMI, AM**

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

EQUIPE EXECUTORA

Geólogo José Luiz Marmos

Auxiliar de Campo Valdemilton Gusmão

AUTOR

José Luiz Marmos

COLABORAÇÃO

Tomás de Miranda Lisboa (geoprocessamento)

AGRADECIMENTOS

FIOCRUZ

APOIO TÉCNICO

Projeto Gráfico / Editoração

Divisão de Editoração Geral – DIEDIG

Andréia Continentino

Agmar Alves Lopes

Diagramação

Divisão de Editoração Geral – DIEDIG

**TODOS OS MAPAS, TABELAS E FIGURAS APRESENTADAS
FORAM ELABORADAS PELOS AUTORES E AS FOTOGRAFIAS
FAZEM PARTE DO ACERVO DO PROJETO.**

Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)

www.cprm.gov.br

seus@sgb.gov.br

M352I Marmos, José Luiz.
Levantamento geoquímico ambiental no entorno das comunidades
indígenas Maturaca e Ariabu : terra indígena yanomami, AM / Autor
José Luiz Marmos. -- Manaus : CPRM; Escola de Saúde Pública
Sérgio Arouca; FIOCRUZ, 2023.
1 recurso eletrônico : PDF

Levantamentos geológico-ambientais aplicados ao ordenamento
territorial. Geologia, meio ambiente e saúde.
ISBN 978-65-5664-375-5

1.Geoquímica - Brasil - Amazonas. I. Título.

CDD 551.9098113

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Teresa Rosenhayme CRB / 7 5662

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

Por meio de uma parceria formalizada com a Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz, que atua em projetos vinculados à saúde indígena e que tem autorização legal para atuar em terras indígenas, foi possível ao SGB-CPRM realizar estudos geológicos do meio físico, em regiões específicas da Terra Indígena Yanomami, (estados de Roraima e Amazonas) e da Terra Indígena Munduruku (estados do Pará e Amazonas). O trabalho do SGB-CPRM nesses locais consiste na medição in situ de parâmetros físico-químicos das águas superficiais e de abastecimento, coleta de amostras de água, solo e sedimento de fundo dos rios e lagos que, posteriormente, são analisadas em laboratórios próprios (Rede LAMIN) e de terceiros, atuando sempre em conjunto com os pesquisadores da Fiocruz. Os resultados geológicos são interpretados e integrados aos obtidos no meio biológico, como pescados e amostras humanas dos indígenas (cabelo, sangue e urina), visando, principalmente, ao estudo de contaminações por mercúrio oriundo de atividades garimpeiras da região amazônica. Estes estudos promovem a elaboração de políticas públicas voltadas à saúde da população indígena e ao meio ambiente em Terras Indígenas, além de gerar e disponibilizar publicamente dados e informações para toda a comunidade científica, para gestores, tomadores de decisão e para a justiça, através dos sistemas geocientíficos do SGB (GeoSGB).

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor-Presidente

Alice Silva de Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	15
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

ANEXOS: RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS

I - ÁGUAS (LAMIN-MA)

II - MERCÚRIO EM SEDIMENTOS (LAMIN-MA)

III - MERCÚRIO EM SOLOS (LAMIN-MA)

IV - SEDIMENTOS (OCEANUS)

V - SOLOS (OCEANUS)

1. INTRODUÇÃO

No âmbito de uma missão técnica com a FIOCRUZ, o Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM, representado por um pesquisador em geociências e um auxiliar de campo, efetuou estudo de levantamento geoquímico ambiental no entorno das comunidades indígenas Maturacá e Ariabu, inseridas na Terra Indígena Yanomami, na bacia do rio Cauaburi, afluente esquerdo do rio Negro, municípios de São Gabriel da Cachoeira e Santa Izabel do Rio Negro, Estado do Amazonas (Figuras 1 e 2).

Os trabalhos de campo transcorreram no período de 26 de janeiro a 01 de fevereiro de 2023 e constaram da coleta de amostras de águas e sedimentos do rio Cauaburi e seus principais afluentes e de solos residuais em barrancos expostos. Os objetivos principais eram a elaboração de um panorama geoquímico da região e a detecção de eventuais contaminações, notadamente por mercúrio (Hg), nos compartimentos amostrados, tendo em vista relatos da existência, atual e pretérita, de garimpos de ouro na bacia hidrográfica do rio Cauaburi.

2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área trabalhada está situada no extremo norte do Estado do Amazonas, próxima à fronteira com a Venezuela e ao Pico da Neblina. As duas comunidades indígenas estão separadas por uma drenagem denominada Canal de Maturacá, sendo que a comunidade homônima está assentada na margem direita desse curso d'água e Ariabu na margem esquerda, local onde também se encontra



Figura 1 - Imagem de satélite com a localização geral das comunidades Maturacá e Ariabu e das cidades de São Gabriel da Cachoeira e Santa Izabel, na bacia do Rio Negro. Fonte: Google Earth.



Figura 2 - Imagem de satélite, em maior detalhe, com a localização das comunidades Ariabu e Maturacá, separadas pelo Canal de Maturacá, afluente do rio Cauaburi, e da pista de pouso do Exército. Fonte: Google Earth.

um Pelotão Especial de Fronteira do Exército - PEF, que conta com pista de pouso para pequenas aeronaves. O Canal de Maturacá é afluente direito do rio Cauaburi e faz a divisa entre os municípios de São Gabriel e Santa Izabel (Figuras 2 e 3).

O acesso ao local de trabalho, a partir de Manaus, é feito inicialmente por voo comercial até a cidade de São Gabriel da Cachoeira. A partir daí desloca-se por via rodoviária (rodovia federal BR-307), num trecho com cerca de 100km não pavimentado mas em boas condições de trafegabilidade, até o local denominado Ponte do Balaio, onde se descarrega a carga dos veículos utilitários para as voadeiras, que farão o transporte fluvial da carga e dos passageiros até as comunidades indígenas, num percurso com cerca de 6 horas de duração (Figura 3).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Coleta das Amostras

O planejamento das estações de coleta de águas fluviais, de sedimentos fluviais de fundo e de solos envolveu a elaboração de mapas de drenagens e bacias hidrográficas definidas a partir de imagens de satélite e shapes no *software ArcGis*. As estações de coleta de águas e sedimentos foram planejadas de modo a incluir amostragens no rio Cauaburi, e seus maiores afluentes, num trecho com cerca de 12km a montante e 25km a jusante da foz do Canal de Maturacá, que drena as comunidades Ariabu e Maturacá.



Figura 3 - À esquerda, vista para jusante do Canal de Maturacá, que separa as comunidades Ariabu e Maturacá; à direita, local denominado Ponte do Balaio, ponto inicial do percurso fluvial, de passageiros e cargas, até as comunidades onde foram feitas as amostragens.

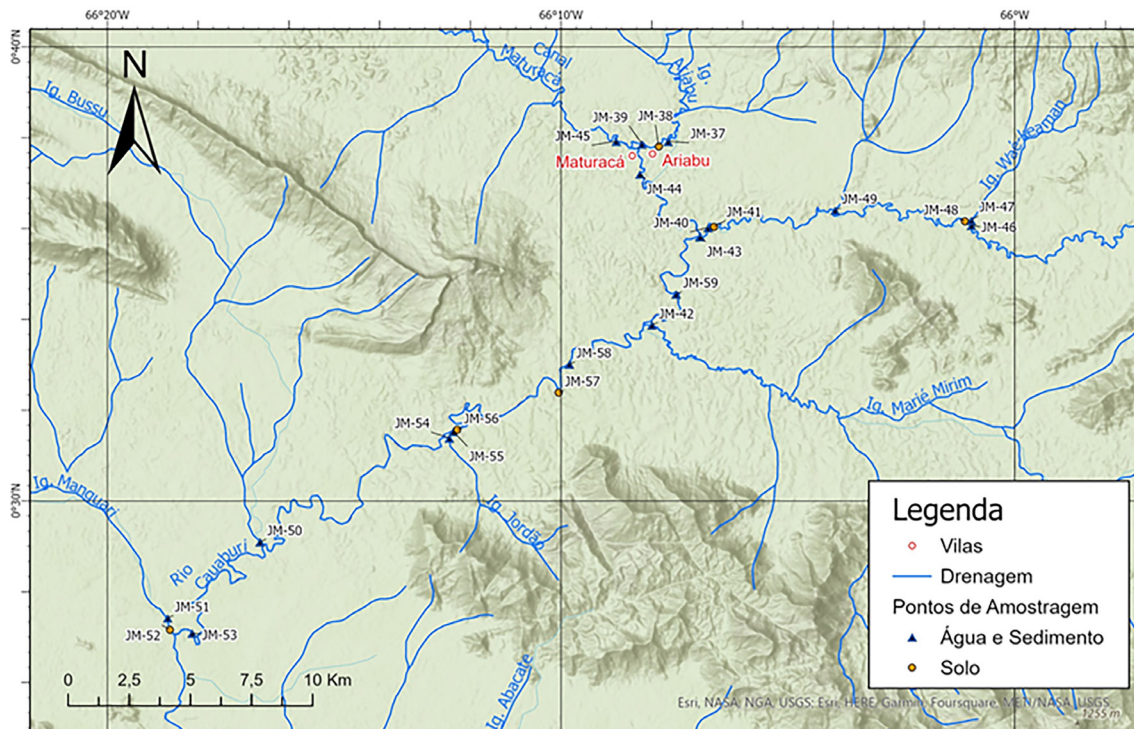


Figura 4 - Localização dos pontos de amostragem sobre a rede de drenagem e o fundo com uma imagem do relevo da região

Para uma melhor avaliação geoquímica, a malha de amostragem foi adensada no entorno dessas comunidades (Figura 4).

Nas estações de coleta de águas fluviais foi realizada *in loco*, antes da amostragem, por meio de um kit portátil de sondas digitais da marca OAKTON, a leitura dos seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica (CE), temperatura, Eh (potencial de oxi-redução) e oxigênio dissolvido. Os dois primeiros parâmetros são muito importantes no diagnóstico de águas contaminadas.

As amostras de águas foram coletadas em tubos de polietileno, com auxílio de seringas descartáveis, em três alíquotas de 50mL (Figura 5):



Figura 5 - Aspectos da coleta e filtragem de amostras de água coletadas no ponto JM-42 (igarapé Marié-Mirim) e vista das três alíquotas de 50ml coletadas em cada ponto.

- uma alíquota filtrada, por meio de unidades filtrantes com poros de $0,45 \mu\text{m}$, para análise de cátions. Para preservação dos cátions solúveis nas amostras foi adicionado HNO_3 1:1, com o objetivo de manter o pH menor do que 2;
- uma alíquota não filtrada, acidificada com HNO_3 1:1, para análise específica de mercúrio total;
- uma alíquota filtrada, por meio de unidades filtrantes com poros de $0,45 \mu\text{m}$, para análise de ânions, que foi mantida sob refrigeração até o momento da análise.

As amostras de sedimentos fluviais foram coletadas de forma composta, no leito ativo dos rios e igarapés, nos mesmos pontos da coleta das amostras de água, dando-se preferência aos locais de deposição de material mais fino, pois é nesse tipo de material (argila e silte) que se concentram os eventuais contaminantes. Assim, a amostragem é feita coletando-se pequenas porções de sedimento ao nível d'água ou logo abaixo dele, alguns metros a montante e a jusante do ponto definido, até se obter um total de cerca de 2kg. Como na região predomina o sedimento de granulometria mais grossa (arenoso), na maioria dos pontos foi preciso executar peneiramento da amostra, com peneira de nylon de 40 mesh e utilizando-se a água da própria drenagem, para se chegar a uma quantidade mínima de sedimento fino necessária para as análises (Figura 6).

As estações de amostragem dos solos, por questão de logística, foram planejadas o mais próximo possível dos pontos de coleta de águas e sedimentos. Assim foram amostrados barrancos expostos, adjacentes às drenagens, acima do nível máximo de atingimento das cheias dos rios. As coletas foram realizadas, com auxílio de enxadecos, em duas alíquotas: horizonte A do solo (10-30cm de profundidade a partir da superfície do terreno) e horizonte B (30-50cm abaixo da superfície) (Figura 7).

É importante destacar que o compartimento ambiental “solo” foi incluído na campanha de amostragem por haver artigos científicos relatando que alguns solos da região do alto Rio Negro são naturalmente enriquecidos em mercúrio.

Ao final da campanha obteve-se um acervo de:

- 17 amostras de águas fluviais, sendo seis no rio Cauaburi e 11 em seus principais afluentes das duas margens;



Figura 6 - Aspectos da coleta, peneiramento e acondicionamento de amostras de sedimentos de fundo no rio Cauaburi (ponto JM-53) e nos igarapés Marié-Mirim e Manguari (pontos JM-42 e 51).



Figura 7 - Locais de coleta de amostras de solos na margem esquerda do rio Cauaburi (ponto JM-41) e na margem direita do igarapé Manguari (ponto JM-52).

- 17 amostras de sedimento de fundo, sendo seis no rio Cauaburi e 11 em seus principais afluentes das duas margens;
- 6 amostras de solos.

A Figura 4 e a Tabela 1 mostram a localização e as principais características dos pontos de amostragem, incluindo os parâmetros físico-químicos medidos *in situ* nas águas fluviais.

A denominação de cada amostra é feita da seguinte maneira: após a sigla do coletor (JM, neste caso) é acrescentada uma letra que define o meio amostral (A para águas, S para sedimentos e L para solos) e o número sequencial da amostra (figura 5).

Todas as informações relevantes para interpretação dos resultados analíticos gerados pelos laboratórios foram registradas em cadernetas de campo. Estas informações, juntamente com os dados analíticos, serão arquivadas na base de dados geoquímica do SGB-CPRM, que faz parte do banco de dados institucional.

3.2. Análises Químicas

As amostras de água foram analisadas no Laboratório de Análises Mineraias – LAMIN Manaus, do SGB-CPRM, conforme abaixo:

- análises de 27 cátions: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V e Zn, por ICP-OES;
- análises de 7 ânions: brometo, cloreto, fluoreto, fosfato, nitrato, nitrito e sulfato, via cromatografia iônica;
- análise de mercúrio (Hg) dissolvido (amostra filtrada) e Hg total (amostra não filtrada), pelo DMA-80 (analisador específico de Hg).

As amostras de sedimentos fluviais e de solos foram preparadas no LAMIN Manaus conforme a seguinte sequência:

- secagem em estufa a 50°C;
- destorroamento e homogeneização;
- peneiramento a 80 mesh e
- quarteamento da fração passante em duas alíquotas.

Uma das alíquotas foi destinada à determinação específica de Hg, via DMA-80, no próprio LAMIN Manaus e a outra alíquota foi enviada ao laboratório Oceanus, na cidade do Rio de Janeiro, onde foram analisados, por ICP-MS, após digestão em água régia, 53 elementos químicos: Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pd, Pt, Pb, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn e Zr.

Ressalta-se que os limites de detecção e de quantificação praticados pela Oceanus e pelo LAMIN Manaus são bastante reduzidos, plenamente compatíveis com o objetivo deste estudo.

Tabela 1 - Relação, localização e algumas características dos pontos de amostragem de águas fluviais, sedimentos de fundo e solos.

Amostras de águas e sedimentos fluviais											
Ponto	Local	Lat N	Long W	Alt. aprox (m)	Data	pH	CE (µS/cm)	Temp (OC)	Eh (mV)	OD (mg/L)	
JM-37	Igarapé Ariabu, a montante da comunidade	00 37 55,4	66 07 38,5	87	27.01.2023	4,2	40		257	7,0	
JM-39	Igarapé Ariabu, a jusante da comunidade	00 37 52,1	66 08 13,0	86	27.01.2023	4,3	43		241	6,6	
JM-40	Rio Cauaburi, 1o. ponto a montante do encontro com o Canal Maturacá	00 36 01,4	66 06 45,5	83	28.01.2023	6,4	38	26,9	68	3,2	
JM-42	Igarapé Marié-Mirim, na margem esquerda do rio Cauaburi	00 33 53,0	66 07 59,7	83	28.01.2023	5,6	14	25,1	84	5,0	
JM-43	Canal de Maturacá, a jusante da comunidade, próximo à foz no Cauaburi	00 35 49,7	66 06 56,4	90	28.01.2023	4,2	33	25,0	131	3,1	
JM-44	Canal de Maturacá, logo a jusante da comunidade	00 37 12,3	66 08 15,9	92	28.01.2023	4,2	32	24,9	55	3,2	
JM-45	Canal de Maturacá, a montante da comunidade	00 37 55,5	66 08 47,0	96	28.01.2023	4,3	35	25,1	241	6,3	
JM-46	Rio Cauaburi, ponto mais a montante de toda a amostragem	00 36 04,5	66 00 57,3	90	29.01.2023	6,5	40	26,3	41	5,4	
JM-47	Igarapé Waé-keaman, na margem direita do rio Cauaburi	00 36 11,2	66 00 57,4	87	29.01.2023	6,3	37	25,0		5,1	
JM-49	Igarapé sem nome, na margem direita do rio Cauaburi	00 36 24,6	66 01 06,0	93	29.01.2023	5,0	28	25,2	113	2,0	
JM-50	Igarapé Bossu, na margem direita do rio Cauaburi	00 29 06,4	66 16 38,1	84	30.01.2023	4,0	53	24,7	92	5,4	
JM-51	Igarapé Manguari, na margem direita do rio Cauaburi	00 27 25,7	66 18 40,3	85	30.01.2023	4,2	38	24,8	92	5,2	
JM-53	Rio Cauaburi, ponto mais a jusante de toda a amostragem	00 27 05,7	66 18 07,8	78	30.01.2023	5,6	18	26,0	59	5,4	
JM-54	Igarapé Jordão, na margem esquerda do rio Cauaburi	00 31 23,4	66 12 27,8	79	31.01.2023	5,7	10	24,5	83	6,3	
JM-55	Rio Cauaburi, a jusante do encontro com o Canal Maturacá	00 31 32,1	66 12 22,7	81	31.01.2023	6,0	24	25,9	61	6,5	
JM-58	Rio Cauaburi, a jusante do encontro com o Canal Maturacá	00 33 01,2	66 09 49,1	82	31.01.2023	6,1	25	26,0	49	5,8	
JM-59	Rio Cauaburi, 1o. ponto a jusante do encontro com o Canal Maturacá	00 34 33,8	66 07 27,9	82	31.01.2023	6,2	27	26,4	48	4,3	
Amostras de solos											
Ponto	Local	Lat N	Long W	Alt. aprox (m)	Data						
JM-38	Barranco na margem esquerda do Igarapé Ariabu, próximo à comunidade	00 37 48,6	66 07 51,0	90	27.01.2023						
JM-41	Barranco na m. esquerda do rio Cauaburi, a montante das comunidades	00 36 02,4	66 06 37,9	85	28.01.2023						
JM-48	Barranco na m. esquerda do rio Cauaburi, a montante das comunidades	00 36 09,7	66 01 06,0	92	29.01.2023						
JM-52	Barranco em sítio na margem direita do Igarapé Manguari	00 27 09,9	66 18 37,6	78	30.01.2023						
JM-56	Barranco na margem direita do rio Cauaburi, a jusante das comunidades	00 31 34,1	66 12 17,1	80	31.01.2023						
JM-57	Barranco na margem direita do rio Cauaburi, a jusante das comunidades	00 32 23,2	66 10 03,4	83	31.01.2023						

4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Todos os resultados das análises químicas das amostras de águas, sedimentos fluviais e solos coletadas para este estudo encontram-se nos boletins analíticos que compõem os Anexos I, II, III, IV e V do relatório.

4.1. Águas Fluviais

Para avaliação da qualidade das águas fluviais, e detecção de eventuais anomalias que possam representar contaminações químicas neste meio amostral, são utilizados valores de referência para alguns elementos/parâmetros estabelecidos por normas ambientais federais. Neste caso foram tomadas como base de comparação a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) e a Portaria GM/MS no. 888/2021 (BRASIL, 2021).

A Resolução CONAMA 357, de 18 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Neste estudo foram utilizados os valores máximos permitidos (VMP) para Águas Classe 1 (Quadro 1), que podem ser destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, como natação, esqui aquático e mergulho;
- à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

A Portaria do Ministério da Saúde GM/MS no. 888, de 04 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Se o tópico for considerado de maneira rígida, deveria ser utilizada somente a Resolução CONAMA 357/2005 para avaliar a qualidade química das águas fluviais amostradas, porém, como é comum os indígenas consumirem diretamente as águas dos rios e igarapés, sem qualquer tratamento, optou-se por levar em consideração também os VMPs da Portaria GM/MS no. 888/2021, que se encontram no Quadro 1. Aqui chama muita atenção a constatação de que, para diversos elementos químicos (Al, Cd, Cu, Hg, Ni, Sb, Se, U e Zn), os VMPs da Portaria que trata da potabilidade das águas serem menos restritivos (valores maiores) do que aqueles da Resolução que dispõe sobre águas brutas, o que representa um contrassenso.

Comparando-se os resultados das análises laboratoriais (Anexo I) com os VMPs expressos no Quadro 1 podem ser destacados os seguintes aspectos:

1. No que diz respeito ao principal contaminante químico investigado na área, o mercúrio (Hg), verifica-se que apenas uma amostra, a JM-A-49 filtrada, registrou valor acima do limite de quantificação (LQ) do equipamento, que é 0,5 µg/L. Nessa amostra, coletada num igarapé sem nome, afluente direito do rio Cauaburi a montante das comunidades, a concentração do Hg é de 1,48 µg/L, acima portanto dos VMPs contidos no Quadro 1. Essa anomalia de Hg, porém, não está ligada à

atividade de garimpo, mas muito provavelmente é devida à existência, pouco a montante do ponto de coleta, de um local onde foi extraída piçarra para recapeamento da pista de pouso do Exército (Figura 8). O revolvimento do solo nesse local, às margens do igarapé amostrado, facilitou os processos intempéricos de dissolução e liberação química dos elementos metálicos, contidos no retículo dos minerais que constituem os depósitos de piçarra, e seu posterior transporte dissolvido para as águas do igarapé.

Quadro 1 - Valores máximos permitidos, de diversos parâmetros, para águas fluviais e águas de consumo humano segundo a CONAMA 357/2005 e a Portaria GM/MS 888/2021.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/2005 – Águas classe 1	Portaria GM/MS 888/2021
OD	mg/L	> 6	-
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Cloreto*	mg/L	250	250
Fluoreto	mg/L	1,4	1,5
Sulfato*	mg/L	250	250
Nitrato	mg/L N	10	10
Nitrito	mg/L N	1,0	1,0
Ag	mg/L	0,01	
Al*	mg/L	0,1	0,2
As	mg/L	0,01	0,01
B	mg/L	0,5	-
Ba	mg/L	0,7	0,7
Be	mg/L	0,04	-
Cd	mg/L	0,001	0,003
Co	mg/L	0,05	-
Cr	mg/L	0,05	0,05
Cu	mg/L	0,009	2
Fe*	mg/L	0,3	0,3
Hg total	µg/L	0,2	1
Li	mg/L	2,5	-
Mn*	mg/L	0,1	0,1
Na*	mg/L	-	200
Ni	mg/L	0,025	0,07
Pb	mg/L	0,01	0,01
Sb	mg/L	0,005	0,006
Se	mg/L	0,01	0,04
U	mg/L	0,02	0,03
V	mg/L	0,1	-
Zn*	mg/L	0,18	5

*estes parâmetros, na Portaria GM/MS 888/2021, são levados em conta na Tabela de Padrão Organoléptico de Potabilidade.

De fato, nesta mesma amostra, foram registradas as maiores concentrações de alumínio (0,37 mg/L), ferro (1,13 mg/L) e manganês (0,11 mg/L), todas acima dos VMPs adotados (Quadro 1), sendo estes os metais mais comuns nos minerais constituintes das piçarreiras, o que reforça a hipótese da origem de anomalia de Hg nas águas deste igarapé.

2. O alumínio revelou concentrações acima do VMP da CONAMA 357/2005 em 13 pontos e, destes, cinco estão acima do VMP da Portaria GM/MS 888/2021, todos os cinco em afluentes do rio Cauaburi onde as águas são naturalmente ácidas ($\text{pH} < 5,0$ - vide Tabela 1); já o ferro apresentou concentrações superiores ao VMP de ambas as normativas (0,3 mg/L) em oito pontos, quatro deles em igarapés com águas ácidas. Estes valores são normais na região, de águas pretas, quase sempre com pH inferior a 5,0, devido à abundância de ácidos orgânicos, que facilita a dissolução dos elementos químicos. Portanto as concentrações desses metais nas águas fluviais acima dos valores de referência não representam contaminações químicas nas drenagens da área de estudo.

3. A única amostra que registrou concentração de cobre superior ao LQ foi a JM-A-54, no igarapé Jordão, afluente esquerdo do rio Cauaburi, com valor de 0,46 mg/L, bem acima do VMP da CONAMA 357/2005 mas bem abaixo do VMP da Portaria GM/MS 888/2021. Como já mencionado, consideram-se muito restritivos os valores da CONAMA 357/2005 e, se a concentração detectada for entendida como *contaminação*, esta seria uma contaminação natural, geogênica, ligada às características químicas das rochas da região, e não à atividades antrópicas, inexistentes neste igarapé.

4. Dos demais cátions analisados, aqueles com potencial altamente tóxico se dissolvidos nas águas em valores acima dos VMPs, como As, Cd, Pb, Cr, Li, Ni, Sb e Se, as concentrações de todos eles, em todos os pontos, estão abaixo dos LQs, ressaltando-se que os LQs praticados pelo LAMIN são inferiores aos VMPs legais.

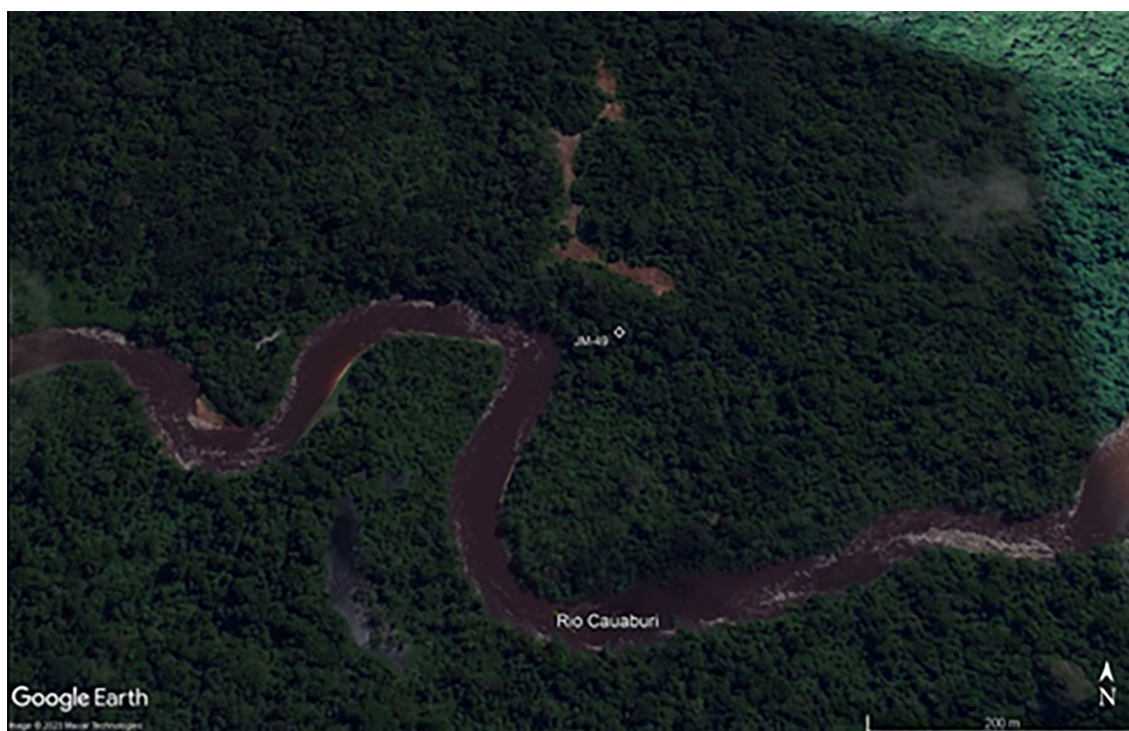


Figura 8 - Imagem de satélite com a localização do ponto JM-49, em afluente direito do rio Cauaburi. A cicatriz na área florestada representa o local onde foi extraída piçarra para a pista de pouso do Exército. Fonte: Google Earth, imagem de 06/2016.

5. Conforme o Quadro 1, os valores de pH, tanto para a CONAMA 357/2005 como para a Portaria GM/MS 888/2021, devem estar entre 6,0 e 9,0. Porém, essas normativas não levam em conta as especificidades regionais, como as águas pretas ácidas da região amazônica, onde o pH é *naturalmente ácido*, oscilando normalmente entre 4,0 e 5,0. Das 17 amostras coletadas, oito delas apresentam pH inferior a 5,0, com destaque para os igarapés da margem direita do rio Cauaburi (Ariabu, Maturacá, Bossu, Manguari e o já citado igarapé sem nome) (Tabela 1) (Figura 9). Fato notável é o comportamento do rio Cauaburi: a montante de seu encontro com o Canal de Maturacá (pontos JM-40 e 46), suas águas têm pH próximo ao neutro; à jusante desse encontro, o pH do Cauaburi sofre a influência das águas ácidas do Canal de Maturacá e passa a apresentar valor pouco mais baixo (Tabela 1).

6. Em relação aos ânions, todos apresentaram concentrações baixas, bem inferiores aos VMPs das normas utilizadas: o fluoreto variou de 0,00 a 0,04 mg/L; o cloreto, de 0,002 a 0,333 mg/L; o nitrito, de 0,00 a 0,03 mg/L; o brometo, de 0,00 a 0,01 mg/L; o sulfato, de 0,00 a 0,21 mg/L e o fosfato, de 0,00 a 1,27 mg/L, o que já era sugerido pelos reduzidos valores de condutividade elétrica em todas as amostras: 10 a 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabela 1). O nitrato, com exceção do ponto JM-45, também registrou baixíssimas concentrações, de 0,006 a 1,34 mg/L. A amostra JM-A-45 apresentou 27,2 mg/L de nitrato. O VMP especificado para este íon (*como N*) é de 10 mg/L (Quadro 1), porém os resultados informados pelo LAMIN-Manaus são na forma de nitrato como NO_3 . Dessa maneira, para adequar o VMP das normas com os resultados do laboratório foi realizada a conversão molar de NO_3 em N-NO_3 , que corresponde a $4,43 \times \text{N-NO}_3$. Portanto, o VMP adotado para nitrato resulta em 44,3 mg/L, assim mesmo a maior concentração de nitrato detectada é inferior ao limite permitido.



Figura 9 - Amostragem de águas fluviais no igarapé Ariabu (ponto JM-39). A tonalidade avermelhada já é indicativa do caráter naturalmente ácido das águas (pH 4,2 neste ponto).

Ressalta-se ainda que essa amostra foi coletada, no Canal de Maturacá, a montante da comunidade, estando, assim, isenta de influência antrópica, fato que requer uma amostragem de maior densidade em campanha futura nessa região.

7. Quando se comparam os valores de alguns parâmetros indicativos de contaminação química entre as amostras coletadas a montante e a jusante das comunidades nos igarapés Ariabu (ponto JM-37 versus ponto JM-39), Maturacá (ponto JM-45 versus ponto JM-44) e rio Cauaburi (ponto JM-40 versus ponto JM-59), podem ser tecidos os seguintes comentários:

- no igarapé Ariabu, a amostra coletada a jusante tem concentrações mais elevadas de cloreto (de 0,013 para 0,147 mg/L), nitrato (de 0,16 para 1,33 mg/L), sulfato (de 0,00 para 0,13 mg/L) e cálcio (de 0,44 para 0,97 mg/L); porém as concentrações de sódio, potássio e fosfato são mais baixas na amostra de jusante: 0,62 para 0,39 mg/L de Na, 0,14 para 0,10 mg/L de K e de 0,44 para 0,009 mg/L de fosfato. Já o pH e a condutividade são praticamente iguais a montante e a jusante (Tabela 1). Assim, as variações observadas são pouco significativas e não indicam degradação química, por influência antrópica ou natural, nas águas do igarapé Ariabu;
- no Canal de Maturacá, a amostra coletada a jusante tem concentrações maiores de cálcio (de 0,27 para 4,70 mg/L) e de magnésio (de 0,06 para 0,13 mg/L); porém, os valores de pH, condutividade, sódio, potássio, cloreto, sulfato e fosfato são similares nas amostras de montante e de jusante; além disso, a concentração de nitrato é muito mais elevada a montante (27,2 mg/L), como já citado. Assim, a exemplo do igarapé Ariabu, as variações observadas são pouco significativas e não indicam degradação química, por influência antrópica ou natural, nas águas do Canal de Maturacá;
- no rio Cauaburi, dos parâmetros diagnósticos de contaminação química, apenas o cálcio apresentou concentração maior na amostra a jusante da foz do Canal de Maturacá (de 1,27 para 1,61 mg/L); por outro lado, cloreto, nitrato e fosfato registraram concentrações menores na amostra a jusante: 0,28 para 0,002 mg/L de cloreto, 1,34 para 0,007 mg/L de nitrato e 1,27 para 0,00 de fosfato; já os valores de pH, magnésio, sulfato, sódio e potássio são semelhantes nas amostras de montante e de jusante. Como nos igarapés Ariabu e Maturacá, as variações verificadas no rio Cauaburi são pouco significativas e não indicam degradação química em suas águas.

4.2. Sedimentos fluviais e solos

Do mesmo modo que nas águas fluviais, para avaliação da qualidade dos sedimentos e solos e detecção de eventuais anomalias que possam representar contaminações químicas nestes meios amostrais, são utilizados valores de referência para alguns elementos, estabelecidos por resoluções federais. Neste caso foram tomadas como base de comparação as Resoluções CONAMA 454/2012 (BRASIL, 2012) e 420/2009 (BRASIL, 2009), que definem “limiars de teores” de elementos químicos a partir dos quais os sedimentos e solos podem estar contaminados, seja por contaminação natural ou antrópica.

A Resolução CONAMA 454, de 1º. de novembro de 2012, estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, definindo valores de referência para diversos elementos em sedimentos de águas doces, salobras e salinas. Neste estudo foram utilizados os valores de classificação para águas doces, tomando-se como referência o nível 1 desta classificação (limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota), conforme se visualiza no Quadro 2.

Quadro 2 - Valores de referência para sedimentos e solos de acordo com as Resoluções CONAMA 454/2012 (BRASIL, 2012) e 420/2009 (BRASIL, 2009).

Elemento (mg/kg)	CONAMA 454/2012				CONAMA 420/2009			
	Água Doce		Água Salina-Salobra		Prevenção	Agrícola	Residencial	Industrial
	Nível 1	Nível 2	Nível 1	Nível 2				
Ag	-	-	-	-	2	25	50	100
As	5,9	17	19	70	15	35	55	150
Ba	-	-	-	-	150	300	500	750
Cd	0,6	3,5	1,2	7,2	1,3	3	8	20
Co	-	-	-	-	25	35	65	90
Cr	37,3	90	81	370	75	150	300	400
Cu	35,7	197	34	270	60	200	400	600
Hg	0,17	0,486	0,3	1	0,5	12	36	70
Mo	-	-	-	-	30	50	100	120
Ni	18	35,9	20,9	51,6	30	70	100	130
Pb	35	91,3	46,7	218	72	180	300	900
Sb	-	-	-	-	2	5	10	25
V	-	-	-	-	-	-	-	1000
Zn	123	315	150	410	300	450	1000	2000

A Resolução CONAMA 420, de 28 de dezembro de 2009, dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo em relação às atividades antrópicas. Neste estudo optou-se por utilizar o chamado Valor de Prevenção-VP, que representam o teor limite de determinado elemento no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais, tais como: servir como meio básico para sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos; manter o ciclo da água e dos nutrientes; servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo e proteger as águas superficiais e subterrâneas (Quadro 2).

Para alguns elementos que não constam dessas resoluções foram utilizados os valores definidos pelo NOAA – *National Ocean and Atmospheric Administration*, em seu *Screening Quick Reference Table for Inorganic in sediment and soil* (Buchman, 2008). São eles: Ag (0,5 ppm em sedimentos), Be (1,1 ppm em solos), Co (50 ppm em sedimentos), Fe (2% em sedimentos), Li (2 ppm em solos), Mn (220 ppm em solos e 460 ppm em sedimentos), Sn (19 ppm em solos), U (5 ppm em solos) e V (42 ppm em solos).

Comparando-se os resultados das análises laboratoriais (Anexos II a V) com os valores de referência expressos no Quadro 2 podem ser destacados os seguintes pontos:

1. Em relação ao principal contaminante químico investigado na área, o mercúrio (Hg), verifica-se que, tanto para sedimentos como solos, os teores em todas as amostras são muito inferiores aos valores de referência adotados. O maior teor de Hg em sedimentos (0,046 ppm – Anexo II) foi detectado no ponto JM-49, justamente aquele que apresentou também a maior concentração deste metal em águas, pelo motivo já explicado acima. Em solos, os maiores teores foram registrados nas duas alíquotas dos pontos JM-38 e JM-57, porém estão muito abaixo do VP da CONAMA 420/2009.

2. Em sedimentos, o cromo foi o único elemento que apresentou, e num único ponto, teor acima do nível 1 da CONAMA 454/2012, porém abaixo do nível 2 (90 ppm), que representa limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota. Esse teor, de 46,6 ppm, foi detectado no ponto JM-39 (igarapé Ariabu a jusante da comunidade). Tal valor corresponde a uma anomalia extrema de cromo em relação aos demais resultados, pois o segundo maior teor do universo amostral é de apenas 1,1 ppm no ponto JM-49, e necessita de um adensamento da amostragem, em campanha

futura, para que possa ser mais bem esclarecido. De qualquer modo, essa anomalia não representa indício de “contaminação” dos sedimentos por estar isolada, sem associação com valores anômalos de outros metais no ponto em questão.

3. Ainda sobre os resultados nos sedimentos, destaca-se novamente o já citado ponto JM-49, cuja amostra registrou os maiores teores detectados de Al (0,15%), Ba (25,8 ppm), Ca (0,017%), Pb (3,7 ppm), Cu (1,5 ppm), Sr (3,2 ppm), P (54 ppm), Mg (0,027%), Ti (0,024%), U (0,42 ppm) e V (2,6 ppm), fato que comprova que a extração de piçarra executada na margem deste igarapé exerce influência na qualidade de suas águas e sedimentos.

4. Em solos, o lítio foi o único elemento que apresentou, em dois pontos, teor acima do valor legal adotado (2 ppm) que, no caso, foi o valor de referência para plantas do *Screening Quick Reference Table for Inorganic in sediment and soil* (Buchman, 2008) já que não há valor de referência para este elemento na legislação brasileira. As duas amostras foram coletadas em barrancos do rio Cauaburi: a alíquota do horizonte A do ponto JM-41 (2,7 ppm de Li) e a do horizonte B do ponto JM-56 (2,1 ppm de Li). Os dois barrancos amostrados estão sustentados por solos com características físicas semelhantes: coloração creme-amarelada, textura argilosa e sem zoneamento aparente de horizontes diagnósticos (Figura 7, à esquerda). Como se observa nos resultados do Anexo V, apenas duas amostras registraram teores de Li, em ambas as alíquotas, inferiores a 1 ppm, o que sugere que os solos da região trabalhada são *naturalmente* enriquecidos neste elemento, como fruto da composição química do substrato geológico que dá origem aos solos locais. Portanto, os teores de Li citados não representam contaminações antrópicas. Destaca-se que, em sedimentos, o maior valor de Li registrado (1,4 ppm) está no ponto JM-40, justamente nas proximidades do JM-41.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelos resultados obtidos pode-se afirmar que não foi constatada degradação química, seja de origem natural ou antrópica, nas águas ou sedimentos fluviais da bacia do rio Cauaburi na área de estudo. A única exceção diz respeito a um igarapé, sem nome, da margem direita do Cauaburi, que registrou concentração de mercúrio em suas águas pouco acima dos VMPs pelas normas legais. Essa anomalia de Hg, porém, não está associada à atividade garimpeira, mas é devida à existência, na margem do igarapé, de um local onde foi extraída piçarra. O revolvimento do solo nesse local facilitou os processos de dissolução química dos elementos metálicos do meio sólido e seu posterior transporte dissolvido para as águas do igarapé. De fato, nesta mesma amostra, foram registradas as maiores concentrações de alumínio, ferro e manganês, sendo estes os metais mais comuns dos minerais constituintes das piçarreiras.

Além disso, a amostra de sedimento deste igarapé revelou os maiores teores detectados de Al, Ba, Ca, Pb, Cu, Hg, Sr, P, Mg, Ti, U e V, fato que comprova que a extração de piçarra executada em sua margem exerce influência significativa na qualidade de suas águas e sedimentos. Deste modo, recomenda-se que não seja consumida água desta drenagem até que novas análises constatem que a qualidade de suas águas voltou à condição natural.

O alumínio e o ferro apresentaram, em diversos pontos, concentrações em águas superiores aos VMPs adotados. Estes valores são normais na região, de águas pretas, quase sempre com pH inferior a 5,0, devido à abundância de ácidos orgânicos, que facilita a dissolução dos elementos químicos metálicos contidos nos solos. Portanto, as concentrações desses metais nas águas fluviais não

representam contaminações químicas nas drenagens da área de estudo. A esse respeito, destaca-se que os valores de pH, segundo as normas federais de qualidade e potabilidade de águas, devem estar entre 6,0 e 9,0. Porém, essas normativas não levam em conta as especificidades regionais, como as águas pretas ácidas da região amazônica, onde o pH é *naturalmente ácido*, oscilando normalmente entre 4,0 e 5,0, o que demanda uma revisão na redação de tais normas, incluindo-se parágrafos que mencionem as regionalidades associadas a essa questão.

Em relação ao principal contaminante investigado, o mercúrio, todas as amostras de sedimento e solo apresentaram teores deste metal muito abaixo dos VMPs legais, o que comprova a inexistência de contaminação por Hg nestes compartimentos ambientais não obstante a ocorrência, atual e pretérita, de garimpos de ouro na região.

Em sedimentos, o cromo foi o único elemento que apresentou, e num único ponto, teor acima do valor de referência adotado neste estudo. Tal teor corresponde a uma anomalia extrema de cromo em relação aos demais resultados e necessita de adensamento da amostragem, numa campanha futura, para que possa ser mais bem esclarecido. De qualquer modo, a anomalia não representa indício de “contaminação” dos sedimentos por estar isolada, sem associação com valores anômalos de outros metais no ponto em questão.

Em solos, o lítio foi o único elemento que apresentou, em dois pontos, teor acima do valor legal adotado (2 ppm). As duas amostras foram coletadas em barrancos do rio Cauaburi sustentados por solos com características semelhantes: coloração creme-amarelada, textura argilosa e sem zoneamento aparente de horizontes diagnósticos. Os resultados mostram que apenas duas amostras registraram teores de Li inferiores a 1 ppm, o que sugere que os solos da região são *naturalmente* enriquecidos neste elemento, como fruto da composição química do substrato geológico que dá origem aos solos locais. Portanto, os teores de Li citados não representam contaminações antrópicas.

Por último, tendo em vista o notável crescimento populacional nas duas comunidades indígenas em questão, recomenda-se a continuidade deste estudo, estabelecendo-se um programa de monitoramento de qualidade química e biológica das águas e sedimentos fluviais na região, com campanhas de amostragem de frequência semestral, com adensamento da malha de amostragem no entorno mais próximo das comunidades Maturacá e Ariabu.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução no 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Brasília: MMA, 2005. 23p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília: MMA, 2009. 16p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução no 454, de 01 de novembro de 2012.** Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Brasília: MMA, 2012. 17p.


BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS no. 888, de 04 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS no. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: MS, 2021. 29p.

BUCHMAN, M. F. **NOAA Screening Quick Reference Tables NOAA OR & R Report 08-1**. Seattle, WA: Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2008. 34p.

ANEXO


RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS

Tabela 1 - Águas (LAMIN-MA)

		Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Minerais - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92) 2126-0381				FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 1/7			
		Boletim de resultados de projetos internos							
Requisição :		GLPI 3055				Lote nº : -			
Projeto :		José Luiz Marmos				Data: 07/02/23			
S E Q	Código do Campo	Método →	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
		Código do Laboratório	Alumínio mg/L	Arsênio mg/L	Bário mg/L	Berílio mg/L	Boro mg/L	Cádmio mg/L	Cálcio mg/L
1	JM-A-37	62/23	0,14	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	0,445
2	JM-A-39	63/23	0,15	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,966
3	JM-A-40	64/23	0,05	<LQ	0,03	<LQ	<LQ	<LQ	1,270
4	JM-A-42	65/23	0,11	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	0,431
5	JM-A-43	66/23	0,21	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,525
6	JM-A-44	67/23	0,25	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	4,710
7	JM-A-45	68/23	0,18	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,266
8	JM-A-46	69/23	0,04	<LQ	0,03	<LQ	<LQ	<LQ	1,490
9	JM-A-47	70/23	0,07	<LQ	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	0,967
10	JM-A-49	71/23	0,37	<LQ	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	0,825
11	JM-A-50	72/23	0,23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,103
12	JM-A-51	73/23	0,28	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	3,310
13	JM-A-53	74/23	0,16	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	0,511
14	JM-A-54	75/23	0,07	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,107
15	JM-A-55	76/23	0,15	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	0,635
16	JM-A-58	77/23	0,12	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	0,657
17	JM-A-59	78/23	0,11	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	1,610
18	Limite de Quantificação / LQ	-	0,01	0,002	0,005	0,002	0,05	0,002	0,025
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Química - N° CRQ Analista: Ana Paula /LAMIN-SP									
Data de envio do resultado: 03/05/2023									


continua

Tabela 1 (continuação) - Águas (LAMIN-MA)

		Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Minerais - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92) 2126-0381					FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 2/7		
Boletim de resultados de projetos internos									
Requisição :		GLPI 3055				Lote nº: -			
Projeto :		José Luiz Marmos				Data: 07/02/23			
S E Q	Código do Campo	Método →	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
		Código do Laboratório	Chumbo mg/L	Cobalto mg/L	Cobre mg/L	Cromo mg/L	Antimônio mg/L	Estanho mg/L	Estrôncio mg/L
1	JM-A-37	62/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,003
2	JM-A-39	63/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,002
3	JM-A-40	64/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,022
4	JM-A-42	65/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,005
5	JM-A-43	66/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,003
6	JM-A-44	67/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,005
7	JM-A-45	68/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,002
8	JM-A-46	69/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,023
9	JM-A-47	70/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,022
10	JM-A-49	71/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,018
11	JM-A-50	72/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
12	JM-A-51	73/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,004
13	JM-A-53	74/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,010
14	JM-A-54	75/23	<LQ	<LQ	0,46	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
15	JM-A-55	76/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,013
16	JM-A-58	77/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,014
17	JM-A-59	78/23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,019
18	Limite de Quantificação / LQ	-	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,01	0,002
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Química - N° CRQ 14100875 Analista: Ana Paula /LAMIN-SP Data de envio do resultado: 03/05/2023									


continua

Tabela 1 (continuação) - Águas (LAMIN-MA)

			Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Mineraias - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92) 2126-0381				FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 3/7		
Boletim de resultados de projetos internos									
Requisição : GLPI 3055			Lote nº: -						
Projeto : José Luiz Marmos			Data: 07/02/23						
S E Q	Código do Campo	Método →	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
		Código do Laboratório	Ferro mg/L	Lítio mg/L	Magnésio mg/L	Manganês mg/L	Molibdênio mg/L	Níquel mg/L	Selênio mg/L
1	JM-A-37	62/23	0,26	<LQ	0,09	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
2	JM-A-39	63/23	0,42	<LQ	0,07	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
3	JM-A-40	64/23	0,32	<LQ	0,31	0,02	<LQ	<LQ	<LQ
4	JM-A-42	65/23	0,24	<LQ	0,12	0,02	<LQ	<LQ	<LQ
5	JM-A-43	66/23	0,29	<LQ	0,07	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
6	JM-A-44	67/23	0,44	<LQ	0,13	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
7	JM-A-45	68/23	0,22	<LQ	0,06	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
8	JM-A-46	69/23	0,37	<LQ	0,33	0,02	<LQ	<LQ	<LQ
9	JM-A-47	70/23	0,35	<LQ	0,26	0,03	<LQ	<LQ	<LQ
10	JM-A-49	71/23	1,13	<LQ	0,32	0,11	<LQ	<LQ	<LQ
11	JM-A-50	72/23	0,11	<LQ	0,03	0,00	<LQ	<LQ	<LQ
12	JM-A-51	73/23	0,37	<LQ	0,12	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
13	JM-A-53	74/23	0,29	<LQ	0,17	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
14	JM-A-54	75/23	0,12	<LQ	0,04	0,00	<LQ	<LQ	<LQ
15	JM-A-55	76/23	0,31	<LQ	0,20	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
16	JM-A-58	77/23	0,29	<LQ	0,21	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
17	JM-A-59	78/23	0,30	<LQ	0,27	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
18	Limite de Quantificação / LQ	-	0,010	0,005	0,01	0,002	0,005	0,002	0,002
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Química - N° CRQ Analista: Ana Paula /LAMIN-SP									
Data de envio do resultado: 03/05/2023									


continua

Tabela 1 (continuação) - Águas (LAMIN-MA)

		Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Minerais - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92) 2126-0381					FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 4/7		
Boletim de resultados de projetos internos									
Requisição :		GLPI 3055				Lote nº: -			
Projeto :		José Luiz Marmos				Data: 07/02/23			
S E Q	Código do Campo	Método →	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	-
		Código do Laboratório	Silício mg/L	Titânio mg/L	Vanádio mg/L	Zinco mg/L	Sódio mg/L	Potássio mg/L	-
1	JM-A-37	62/23	1,48	<LQ	<LQ	0,02	0,616	0,143	-
2	JM-A-39	63/23	1,53	<LQ	<LQ	0,02	0,394	0,104	-
3	JM-A-40	64/23	6,95	<LQ	<LQ	0,013	2,08	0,927	-
4	JM-A-42	65/23	4,42	<LQ	<LQ	0,013	1,16	0,637	-
5	JM-A-43	66/23	1,71	<LQ	<LQ	<LQ	0,435	0,155	-
6	JM-A-44	67/23	1,81	0,011	<LQ	0,015	0,446	0,187	-
7	JM-A-45	68/23	1,59	<LQ	<LQ	<LQ	0,384	0,161	-
8	JM-A-46	69/23	7,42	<LQ	<LQ	<LQ	2,3	1,03	-
9	JM-A-47	70/23	6,93	<LQ	<LQ	<LQ	2,17	1,04	-
10	JM-A-49	71/23	4,83	0,006	<LQ	0,111	1,19	0,725	-
11	JM-A-50	72/23	0,782	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,112	-
12	JM-A-51	73/23	0,878	0,0081	<LQ	<LQ	0,283	0,246	-
13	JM-A-53	74/23	3,85	<LQ	<LQ	0,03	1,1	0,53	-
14	JM-A-54	75/23	3,21	<LQ	<LQ	<LQ	0,686	0,407	-
15	JM-A-55	76/23	4,78	<LQ	<LQ	<LQ	1,44	0,667	-
16	JM-A-58	77/23	5,06	<LQ	<LQ	<LQ	1,5	0,699	-
17	JM-A-59	78/23	5,75	<LQ	<LQ	0,0092	1,89	0,808	-
18	Limite de Quantificação / LQ	-	0,025	0,002	0,002	0,002	0,1	0,1	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Química - N° CRQ Analista: Ana Paula /LAMIN-SP Data de envio do resultado: 03/05/2023									


continua

Tabela 1 (continuação) - Águas (LAMIN-MA)

		Serviço Geológico do Brasil - CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Mineralis - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92) 2126-0281			FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 5/7		
		Boletim de resultados de projetos internos					
Requisição : GLPI 3055 Projeto : José Luiz Marmos							
S E Q		Método →	DMA-80	-	-	-	-
	Código do Campo	Código do Laboratório	Mercurio µg/L	LQ mg/L	-	-	-
1	JM-A-37	62/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
2	JM-A-39	63/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
3	JM-A-40	64/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
4	JM-A-42	65/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
5	JM-A-43	66/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
6	JM-A-44	67/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
7	JM-A-45	68/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
8	JM-A-46	69/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
9	JM-A-47	70/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
10	JM-A-49	71/23	1,4771	<0,0005	-	-	-
11	JM-A-50	72/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
12	JM-A-51	73/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
13	JM-A-53	74/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
14	JM-A-54	75/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
15	JM-A-55	76/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
16	JM-A-58	77/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
17	JM-A-59	78/23	< LQ	<0,0005	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Analista: Ceel Daniel da Silva							
Data de envio do resultado: 15/02/2023							


continua

Tabela 1 (continuação) - Águas (LAMIN-MA)

		Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Minerais - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92) 2126-0381			FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 6/7			
Boletim de resultados de projetos internos								
Requisição :		GLPI 3055						
Projeto :		José Luiz Marmos						
S E Q		Método →	DMA-80	-	-	-	-	-
	Código do Campo	Código do Laboratório	Mercúrio µg/L	LQ mg/L	-	-	-	-
1	JM-A-37 VERDE Ñ FILTRADA	268/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
2	JM-A-39 VERDE Ñ FILTRADA	269/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
3	JM-A-40 VERDE Ñ FILTRADA	270/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
4	JM-A-42 VERDE Ñ FILTRADA	271/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
5	JM-A-43 VERDE Ñ FILTRADA	272/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
6	JM-A-44 VERDE Ñ FILTRADA	273/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
7	JM-A-45 VERDE Ñ FILTRADA	274/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
8	JM-A-46 VERDE Ñ FILTRADA	275/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
9	JM-A-47 VERDE Ñ FILTRADA	276/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
10	JM-A-49 VERDE Ñ FILTRADA	277/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
11	JM-A-50 VERDE Ñ FILTRADA	278/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
12	JM-A-51 VERDE Ñ FILTRADA	279/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
13	JM-A-53 VERDE Ñ FILTRADA	280/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
14	JM-A-54 VERDE Ñ FILTRADA	281/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
15	JM-A-55 VERDE Ñ FILTRADA	282/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
16	JM-A-58 VERDE Ñ FILTRADA	283/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
17	JM-A-59 VERDE Ñ FILTRADA	284/23	< LQ	<0,0005	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Analista: Ceel Daniel da Silva								
Data de envio do resultado: 28/03/2023								

continua

Tabela 1 (continuação) - Águas (LAMIN-MA)

		Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Mineraias - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92) 2126-0381					FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 7/7			
Boletim de resultados de projetos internos										
Requisição :		GLPI 3055		Lote nº:		-				
Projeto :		José Luiz Marmos		Data:		07/02/23				
S E Q		Método →	Crom. Iônica	Crom. Iônica	Crom. Iônica	Crom. Iônica	Crom. Iônica	Crom. Iônica	Crom. Iônica	Crom. Iônica
	Código do Campo	Código do Laboratório	Fluoreto mg/L	Cloreto mg/L	Nitrito mg/L	Brometo mg/L	Nitrato mg/L	Sulfato mg/L	Fosfato mg/L	
1	JM-A-37	62/23	0,005	0,013	0,000	0,000	0,164	0,000	0,445	-
2	JM-A-39	63/23	0,006	0,147	0,005	0,006	1,326	0,135	0,009	-
3	JM-A-40	64/23	0,039	0,276	0,007	0,000	1,337	0,146	1,270	-
4	JM-A-42	65/23	0,026	0,165	0,004	<LQ	0,303	0,064	0,004	-
5	JM-A-43	66/23	0,008	0,110	0,000	0,000	0,135	0,022	0,004	-
6	JM-A-44	67/23	0,007	0,113	0,000	0,001	0,249	0,000	0,009	-
7	JM-A-45	68/23	0,017	0,111	0,000	0,003	27,245	0,000	0,008	-
8	JM-A-46	69/23	0,032	0,280	0,006	0,000	0,656	0,157	0,007	-
9	JM-A-47	70/23	0,029	0,333	0,004	0,000	0,389	0,209	0,007	-
10	JM-A-49	71/23	0,015	0,244	0,004	0,000	0,655	0,064	0,066	-
11	JM-A-50	72/23	0,013	0,077	0,000	0,010	0,039	0,000	0,012	-
12	JM-A-51	73/23	0,013	0,083	0,000	0,000	0,654	0,000	0,012	-
13	JM-A-53	74/23	0,023	0,172	0,004	0,000	0,403	0,084	0,011	-
14	JM-A-54	75/23	0,038	0,281	0,005	0,000	0,358	0,085	0,013	-
15	JM-A-55	76/23	0,000	0,037	0,029	0,007	0,008	0,135	0,000	-
16	JM-A-58	77/23	0,000	0,028	0,029	0,007	0,006	0,130	0,000	-
17	JM-A-59	78/23	0,000	0,002	0,029	0,007	0,007	0,137	0,000	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - Nº CRQ
Analista: Tayane Moraes
Data de envio do resultado: 26/04/2023

Tabela 2 - Mercúrio em sedimentos (LAMIN-MA)


		Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Minerais - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92)			FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 01/01 Revisão: 00		
Boletim de resultados de projetos internos							
Requisição : José Luiz Marmos - GLPI 3058							
Projeto : Levantamento Geoquímico no entorno da Comunidade de Maturacá - TI Yanomami							
S E Q	Código do Campo	Método →	DMA-80	-	-	-	-
		Código do Laboratório	Mercúrio mg/L	LQ mg/L	-	-	-
1	4425-JM-S-37	156/23	0,011	<0,0005	-	-	-
2	4425-JM-S-39	157/23	0,008	<0,0005	-	-	-
3	4425-JM-S-40	158/23	0,016	<0,0005	-	-	-
4	4425-JM-S-42	159/23	0,026	<0,0005	-	-	-
5	4425-JM-S-43	160/23	0,013	<0,0005	-	-	-
6	4425-JM-S-44	161/23	0,011	<0,0005	-	-	-
7	4425-JM-S-45	162/23	0,012	<0,0005	-	-	-
8	4425-JM-S-46	163/23	0,014	<0,0005	-	-	-
9	4425-JM-S-47	164/23	0,008	<0,0005	-	-	-
10	4425-JM-S-49	165/23	0,046	<0,0005	-	-	-
11	4425-JM-S-50	166/23	0,017	<0,0005	-	-	-
12	4425-JM-S-51	167/23	0,038	<0,0005	-	-	-
13	4425-JM-S-53	168/23	0,012	<0,0005	-	-	-
14	4425-JM-S-54	169/23	0,013	<0,0005	-	-	-
15	4425-JM-S-55	170/23	0,011	<0,0005	-	-	-
16	4425-JM-S-58	171/23	0,010	<0,0005	-	-	-
17	4425-JM-S-59	172/23	0,011	<0,0005	-	-	-
18	4425-JM-S-60	173/23	0,010	<0,0005	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Analista: Ceel Daniel da Silva							
Data da análise: 04/05/2023							

Tabela 3 - Mercúrio em solos (LAMIN-MA)


		Serviço Geológico do Brasil/CPRM Superintendência Regional de Manaus Laboratório de Análises Minerais - LAMIN Manaus Av. André Araújo, 2010 - Petrópolis (92)			FE-03-13-09 Revisão: 00 Emissão: 05/22 Página: 01/02 Revisão: 00		
		Boletim de resultados de projetos internos					
Requisição : José Luiz Marmos - GLPI 3059							
Projeto : Levantamento Geoquímico no entorno da Comunidade de Maturacá - TI Yanomami							
S E Q	Código do Campo	Método →	DMA-80	-	-	-	-
		Código do Laboratório	Mercúrio mg/L	LQ mg/L	-	-	-
1	4425-JM-L-38-A	144/23	0,086	<0,0005	-	-	-
2	4425-JM-L-38-B	145/23	0,071	<0,0005	-	-	-
3	4425-JM-L-41-A	146/23	0,031	<0,0005	-	-	-
4	4425-JM-L-41-B	147/23	0,025	<0,0005	-	-	-
5	4425-JM-L-48-A	148/23	0,016	<0,0005	-	-	-
6	4425-JM-L-48-B	149/23	0,016	<0,0005	-	-	-
7	4425-JM-L-52-A	150/23	0,055	<0,0005	-	-	-
8	4425-JM-L-52-B	151/23	0,050	<0,0005	-	-	-
9	4425-JM-L-56-A	152/23	0,025	<0,0005	-	-	-
10	4425-JM-L-56-B	153/23	0,028	<0,0005	-	-	-
11	4425-JM-L-57-A	154/23	0,097	<0,0005	-	-	-
12	4425-JM-L-57-B	155/23	0,092	<0,0005	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja Analista: Ceel Daniel da Silva							
Data de envio do resultado: 04/05/2023							

Tabela 4 - Sedimentos (OCEANUS)



Resultados Analíticos

Informações das Amostras			Resultados das Amostras		
Código	ID Amostra	Data Coleta	Alumínio (%)	Antimônio	Arsênio
1374812	JM-S-37	28/02/2023	0,008	N.D	0,04
1374813	JM-S-39	28/02/2023	0,016	N.D	0,04
1374814	JM-S-40	28/02/2023	0,067	N.D	0,03
1374815	JM-S-42	28/02/2023	0,084	N.D	0,06
1374816	JM-S-43	28/02/2023	0,026	N.D	0,06
1374817	JM-S-44	28/02/2023	0,023	N.D	0,05
1374818	JM-S-45	28/02/2023	0,025	N.D	0,01
1374819	JM-S-46	28/02/2023	0,069	N.D	0,05
1374820	JM-S-47	28/02/2023	0,040	N.D	0,02
1374821	JM-S-49	28/02/2023	0,147	N.D	0,06
1374822	JM-S-50	28/02/2023	0,026	N.D	0,06
1374823	JM-S-51	28/02/2023	0,028	N.D	N.D
1374824	JM-S-53	28/02/2023	0,049	N.D	<0,01
1374825	JM-S-54	28/02/2023	0,060	N.D	0,11
1374826	JM-S-55	28/02/2023	0,044	N.D	0,05
1374827	JM-S-58	28/02/2023	0,040	N.D	0,04
1374828	JM-S-59	28/02/2023	0,041	N.D	0,04
1374829	JM-S-60	28/02/2023	0,051	N.D	0,08

Valores em ppm, a não ser onde indicada a unidade

Bário	Berílio	Bismuto	Boro	Cádmio	Calcio (%)	Cério	Césio	Chumbo	Cobalto
1,08	N.D	N.D	N.D	N.D	0,001	N.D	N.D	0,34	<0,05
2,88	N.D	N.D	N.D	N.D	0,001	N.D	N.D	0,49	0,34
13,85	N.D	N.D	N.D	<0,05	0,004	3,34	N.D	2,65	0,46
10,58	N.D	0,1	N.D	N.D	0,003	3,59	0,14	3,42	0,31
1,67	<0,02	N.D	N.D	0,1	N.D	N.D	N.D	0,55	0,11
1,75	N.D	N.D	N.D	<0,05	0,002	1,1	N.D	0,49	0,05
1,67	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	11,58	0,41	0,7	0,07
14,43	0,08	N.D	N.D	N.D	0,005	21,2	0,48	2,65	0,51
12,41	0,02	N.D	N.D	<0,05	0,007	0,07	N.D	2,34	0,31
25,81	N.D	N.D	N.D	N.D	0,017	3,05	N.D	3,68	0,48
3	N.D	0,12	N.D	N.D	<0,00050	1,34	<0,05	0,47	<0,05
2,44	N.D	N.D	N.D	N.D	0,002	N.D	N.D	1,07	N.D
7,59	N.D	N.D	N.D	<0,05	0,002	1,24	N.D	3,11	0,21
6,76	0,19	1,03	N.D	<0,05	0,011	5,44	<0,05	1,78	0,22
8,59	N.D	N.D	N.D	N.D	0,002	2,58	N.D	1,85	0,29
6,63	N.D	N.D	N.D	N.D	0,001	1,63	N.D	1,6	0,22
8,8	N.D	N.D	N.D	<0,05	0,010	2,05	N.D	1,98	0,35
8,86	0,17	N.D	N.D	0,14	0,004	N.D	N.D	1,98	0,39

continua

Tabela 4 - (continuação) - Sedimentos (OCEANUS)

Cobre	Cromo	Enxofre (%)	Escândio	Estanho	Estrôncio	Ferro (%)	Fósforo	Gálio	Germânio
0,5	0,37	<0,0100	N.D	N.D	0,2	0,008	2	N.D	1,5
1	46,56	N.D	N.D	N.D	0,3	0,111	1	N.D	7,2
1	1,9	N.D	N.D	N.D	1	0,096	19	N.D	4
0,6	0,51	N.D	N.D	<0,1	0,6	0,075	16	N.D	0,9
<0,5	0,37	N.D	N.D	N.D	0,3	0,013	5	N.D	3,2
<0,5	0,35	N.D	N.D	N.D	0,2	0,022	5	N.D	1,2
<0,5	0,38	N.D	4	N.D	0,2	0,020	7	1	3,7
1,1	0,55	N.D	0,9	N.D	1	0,096	21	1,3	2,6
1	0,4	N.D	N.D	N.D	1,3	0,072	10	N.D	4,8
1,5	1,14	<0,0100	N.D	N.D	3,2	0,097	54	N.D	1,7
<0,5	0,18	N.D	0,6	N.D	0,2	0,012	7	N.D	0,6
<0,5	0,07	N.D	N.D	N.D	0,4	0,012	12	N.D	2,1
<0,5	0,34	N.D	0,4	N.D	0,6	0,074	12	N.D	5,2
0,5	0,59	0,021	0,8	0,3	0,6	0,042	13	1,7	<0,1
0,5	0,39	N.D	N.D	N.D	0,7	0,064	13	N.D	2,9
<0,5	0,37	N.D	N.D	N.D	0,5	0,046	11	N.D	1,7
0,7	0,56	N.D	N.D	N.D	0,9	0,064	14	N.D	4,3
0,8	0,53	N.D	1,4	N.D	0,8	0,066	13	N.D	3,5

Háfnio	Índio	Ítrio	Lantânio	Lítio	Magnésio (%)	Manganês	Mercúrio	Molibdênio
N.D	N.D	N.D	N.D	0,6	0,001	6,6	N.D	N.D
N.D	N.D	N.D	N.D	<0,1	0,001	31,8	N.D	0,39
N.D	N.D	0,25	0,7	1,4	0,017	31,4	N.D	N.D
N.D	N.D	0,27	1	0,7	0,007	29,9	0,014	<0,05
N.D	N.D	N.D	N.D	0,8	0,001	0,9	N.D	N.D
N.D	N.D	N.D	0,4	N.D	0,003	1,5	N.D	N.D
N.D	<0,02	1,22	2,7	0,5	0,003	2,6	N.D	N.D
N.D	<0,02	3,16	7,3	1,1	0,018	29,2	N.D	N.D
N.D	N.D	N.D	N.D	0,2	0,004	35,1	N.D	N.D
N.D	N.D	0,23	0,6	0,7	0,027	28,2	0,016	N.D
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,003	10,7	N.D	N.D
N.D	N.D	N.D	N.D	0,5	0,001	1,3	N.D	N.D
N.D	N.D	<0,05	0,1	1	0,012	27,2	N.D	N.D
N.D	0,03	N.D	N.D	0,7	0,012	7,1	N.D	0,1
N.D	N.D	0,2	0,7	0,7	0,013	21,3	N.D	N.D
N.D	N.D	N.D	0,1	0,9	0,010	16,1	N.D	N.D
N.D	N.D	0,11	0,5	0,7	0,013	21,9	N.D	N.D
N.D	N.D	N.D	N.D	0,8	0,013	20,7	N.D	N.D

continua

Tabela 4 - (continuação) - Sedimentos (OCEANUS)

Nióbio	Níquel	Ouro (ppb)	Paládio	Platina	Potássio (%)	Prata	Rênio	Rubídio
N.D	0,2	7,8	0,1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
N.D	2,4	4,9	N.D	N.D	0,008	N.D	N.D	N.D
N.D	0,3	5,4	N.D	N.D	0,010	N.D	N.D	N.D
N.D	0,2	9,1	0,4	N.D	0,006	N.D	N.D	N.D
N.D	0,2	6,1	N.D	N.D	0,001	N.D	N.D	N.D
N.D	0,1	7,9	0,2	N.D	0,001	N.D	N.D	N.D
N.D	0,1	6,9	N.D	N.D	0,001	N.D	N.D	N.D
N.D	0,2	6,4	N.D	N.D	0,011	N.D	N.D	N.D
N.D	0,1	6,3	N.D	N.D	0,004	N.D	N.D	N.D
N.D	0,4	6,1	N.D	N.D	0,018	N.D	N.D	N.D
N.D	<0,1	9,2	0,3	N.D	0,002	N.D	N.D	N.D
N.D	0,1	6,2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
N.D	0,1	6,5	N.D	N.D	0,008	N.D	N.D	N.D
N.D	0,3	11,4	1	N.D	0,009	0,19	N.D	N.D
N.D	0,2	7,6	<0,1	N.D	0,008	N.D	N.D	N.D
N.D	0,1	7,5	0,1	N.D	0,007	N.D	N.D	N.D
N.D	0,2	6,7	N.D	N.D	0,008	N.D	N.D	N.D
N.D	0,3	6,9	N.D	N.D	0,011	N.D	N.D	N.D

Selênio	Sódio (%)	Tálio	Tântalo	Telúrio	Titanio (%)	Tório	Tungstênio	Urânio
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0002	N.D	N.D	0,034
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0003	N.D	30,6	0,063
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0018	N.D	4,7	0,341
N.D	N.D	0,12	N.D	N.D	0,0009	N.D	N.D	0,274
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0004	N.D	N.D	0,066
N.D	N.D	0,05	N.D	N.D	0,0004	N.D	N.D	0,077
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0006	0,8	<0,1	0,108
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0018	N.D	0,2	0,327
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0008	N.D	N.D	0,206
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0024	N.D	4,3	0,421
N.D	N.D	0,07	N.D	N.D	0,0004	N.D	N.D	0,107
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0004	N.D	31,6	0,041
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0014	2,5	N.D	0,422
N.D	0,00107	0,32	<0,05	N.D	0,0018	4,6	N.D	0,262
N.D	N.D	N.D	<0,05	N.D	0,0013	N.D	N.D	0,292
N.D	N.D	<0,05	N.D	N.D	0,0012	N.D	N.D	0,249
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0013	N.D	N.D	0,305
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,0014	N.D	0,4	0,362

continua

Tabela 4 - (continuação) - Sedimentos (OCEANUS)

Vanádio	Zinco	Zircônio
0,35	N.D	N.D
0,41	N.D	N.D
2,26	N.D	N.D
1,3	<5	N.D
0,7	N.D	N.D
0,66	<5	N.D
0,7	N.D	N.D
2,15	<5	N.D
1,5	N.D	N.D
2,62	<5	N.D
0,46	N.D	N.D
0,29	N.D	N.D
1,88	N.D	N.D
1,42	8	2,2
1,63	N.D	N.D
1,28	N.D	N.D
1,62	7	N.D
1,89	<5	N.D

Tabela 5 - Solos (OCEANUS)



Resultados Analíticos

Informações das Amostras			Resultados das Amostras		
Código	ID Amostra	Data Coleta	Alumínio (%)	Antimônio	Arsênio
1705566	JM-L-38A	28/02/2023	0,253	N.D	0,19
1705567	JM-L-38B	28/02/2023	0,203	N.D	0,08
1705568	JM-L-41A	28/02/2023	0,290	N.D	0,19
1705569	JM-L-41B	28/02/2023	0,237	N.D	0,21
1705570	JM-L-48A	28/02/2023	0,170	N.D	0,17
1705571	JM-L-48B	28/02/2023	0,157	N.D	0,15
1705572	JM-L-52A	28/02/2023	0,223	N.D	0,05
1705573	JM-L-52B	28/02/2023	0,213	N.D	0,05
1705574	JM-L-56A	28/02/2023	0,177	N.D	0,08
1705575	JM-L-56B	28/02/2023	0,260	N.D	0,15
1705576	JM-L-57A	28/02/2023	0,374	N.D	0,08
1705577	JM-L-57A	28/02/2023	0,373	N.D	0,14

Valores em ppm, a não ser onde indicada a unidade

Bário	Berílio	Bismuto	Boro	Cádmio	Calcio (%)	Cério	Césio	Chumbo
17,29	N.D	0,64	N.D	N.D	0,003	N.D	N.D	3,23
11,44	N.D	N.D	N.D	N.D	0,002	10,79	0,2	2,73
51,75	0,49	N.D	N.D	N.D	0,003	20,6	0,48	8,89
43,03	0,49	N.D	N.D	N.D	0,006	1,15	0,29	7,29
14,85	0,09	0,23	N.D	N.D	0,004	1,18	0,25	4,64
26,61	0,09	N.D	N.D	N.D	0,001	<0,05	N.D	5,5
9,86	N.D	N.D	N.D	<0,05	0,004	1,39	0,3	4,01
9,14	N.D	N.D	N.D	N.D	0,003	1,44	N.D	3,09
66,14	0,08	N.D	N.D	N.D	<0,00050	9,22	0,15	4,22
39,8	0,33	N.D	N.D	N.D	0,004	4,12	<0,05	6,09
18,43	<0,02	0,17	N.D	N.D	0,008	5,77	<0,05	5,7
16,21	0,12	N.D	N.D	N.D	0,001	6,47	<0,05	5,05

Cobalto	Cobre	Cromo	Enxofre (%)	Escândio	Estanho	Estrôncio	Ferro (%)	Fósforo	Gálio
0,16	0,6	2,62	N.D	0,5	0,3	0,3	0,330	14	N.D
0,09	0,7	2,35	N.D	<0,1	N.D	0,3	0,271	7	N.D
1,89	1,5	1,73	N.D	1,1	0,2	0,8	0,328	11	1,4
1,74	1,1	1,37	<0,0100	N.D	<0,1	1	0,273	14	N.D
0,88	1,2	1,16	N.D	0,7	0,3	0,8	0,229	31	<0,1
0,96	1,4	1,13	N.D	N.D	<0,1	1	0,221	34	N.D
0,31	0,6	1,36	N.D	N.D	<0,1	0,7	0,157	9	<0,1
0,31	0,9	1,07	N.D	0,6	0,1	0,3	0,156	4	N.D
0,48	0,7	1,3	N.D	N.D	<0,1	0,7	0,207	7	N.D
0,88	0,9	1,91	0,0121	0,2	0,2	0,5	0,288	8	N.D
0,2	2	1,83	N.D	0,5	0,4	0,2	0,648	8	1,4
0,14	3	1,74	N.D	1,2	0,5	<0,1	0,636	8	1,6

continua

Tabela 5 - (continuação) - Solos (OCEANUS)

Germânio	Háfnio	Índio	Ítrio	Lantânio	Lítio	Magnésio (%)	Manganês	Mercúrio
0,3	0,59	<0,02	N.D	N.D	0,7	0,005	7,5	0,045
2	N.D	N.D	1,74	4	N.D	0,004	2,2	0,057
8	N.D	<0,02	2,98	7,2	2,7	0,067	146,8	0,023
1,5	N.D	N.D	N.D	0,1	1,8	0,065	118,8	0,014
0,4	N.D	<0,02	0,06	<0,1	1,3	0,040	87,5	N.D
1,4	N.D	N.D	N.D	N.D	1,3	0,041	64,2	N.D
3,8	N.D	N.D	<0,05	0,2	1,3	0,026	12,8	0,021
2	N.D	N.D	0,13	0,2	1,3	0,027	12,1	0,016
4,6	N.D	N.D	1,46	3,3	1,2	0,032	25,5	N.D
1,4	N.D	N.D	0,43	1,2	2,1	0,054	28,1	0,014
<0,1	N.D	<0,02	N.D	N.D	0,4	0,003	7,4	0,036
2,1	N.D	<0,02	N.D	<0,1	0,5	0,003	4,3	0,03

Molibdênio	Nióbio	Níquel	Ouro (ppb)	Paládio	Platina	Potássio (%)	Prata	Rênio
<0,05	N.D	0,2	10,2	0,6	N.D	0,005	N.D	N.D
N.D	N.D	0,1	5,6	N.D	N.D	0,004	N.D	N.D
N.D	N.D	0,8	5,4	N.D	N.D	0,038	N.D	N.D
N.D	N.D	0,7	8,1	<0,1	N.D	0,037	N.D	N.D
<0,05	N.D	0,5	7,8	0,6	N.D	0,022	N.D	N.D
N.D	N.D	0,5	7	N.D	N.D	0,026	N.D	N.D
N.D	N.D	0,3	7,2	N.D	N.D	0,018	N.D	N.D
N.D	N.D	0,4	7,4	N.D	N.D	0,016	N.D	N.D
N.D	N.D	0,4	4,4	N.D	N.D	0,017	N.D	N.D
N.D	N.D	0,6	8	0,2	N.D	0,028	N.D	N.D
N.D	N.D	0,2	7,5	<0,1	N.D	0,008	N.D	N.D
N.D	N.D	0,2	7,4	N.D	N.D	0,010	N.D	N.D

Rubídio	Selênio	Sódio (%)	Tálio	Tântalo	Telúrio	Titanio (%)	Tório	Tungstênio	Urânio
N.D	N.D	0,001	0,16	0,08	N.D	0,002	0,2	<0,1	0,392
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,003	N.D	0,8	0,342
N.D	N.D	N.D	<0,05	N.D	N.D	0,004	N.D	0,4	1,107
N.D	N.D	N.D	0,09	N.D	N.D	0,005	N.D	N.D	1,002
N.D	N.D	N.D	0,22	N.D	N.D	0,005	1,9	0,2	0,742
N.D	N.D	N.D	<0,05	0,08	N.D	0,004	N.D	N.D	0,708
N.D	N.D	<0,00050	N.D	N.D	N.D	0,002	N.D	<0,1	0,604
N.D	N.D	0,003	<0,05	N.D	N.D	0,002	3,6	N.D	0,529
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,004	N.D	0,7	0,573
N.D	N.D	N.D	0,11	N.D	N.D	0,004	N.D	N.D	0,829
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,002	3,1	N.D	2,826
N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,003	6,3	N.D	2,435

continua

Tabela 5 - (continuação) - Solos (OCEANUS)

Vanádio	Zinco	Zircônio
9,35	N.D	0,6
7,67	N.D	N.D
8,13	9	N.D
7,22	7	N.D
4,9	8	N.D
5,48	<5	N.D
6,22	6	N.D
5,63	<5	N.D
4,37	<5	N.D
7,03	5	N.D
17,84	7	2,7
17,17	N.D	3,3

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil – CPRM atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AVLIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE

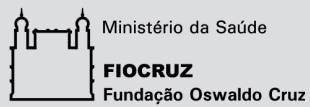


PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA





MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

