

# COMO ESTÁ O SOLO DA REGIÃO 3?

Conheça os resultados do  
estudo realizado pelo Nacab  
nas comunidades atingidas  
dos 10 municípios da Região 3

Assessoria  
Técnica  
Independente  
**REGIÃO 3**

**NACAB**  
NÚCLEO DE ASSESSORIA  
ÀS COMUNIDADES ATINGIDAS  
POR BARRAGENS



## APRESENTAÇÃO

O rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, além de devastar o meio ambiente com o seu mar de lama, depositou rejeitos tóxicos no fundo do Rio Paraopeba por toda ou grande parte de sua extensão. No período chuvoso do ano de 2020, uma série de enchentes provocou o revolvimento do rejeito e sedimentos do rio e inundou diversas áreas às margens do Paraopeba, depositando este material e formando ali uma nova camada superficial do solo.

Apesar de algumas dessas áreas terem sido cercadas e isoladas pela mineradora Vale S.A., a situação causa insegurança nas populações locais, principalmente em relação aos riscos à saúde humana e dos animais em contato com o solo possivelmente contaminado.

Com o objetivo de buscar respostas e garantir às pessoas atingidas o direito à participação informada no processo de reparação, o Nacab investigou a atual qualidade do solo das áreas afetadas pelas enchentes na Região 3 e os possíveis danos gerados.



O estudo foi realizado em três etapas e abrangeu os dez municípios que compõem a Região 3 do Paraopeba: **Esmeraldas, Florestal, Pará de Minas, Fortuna de Minas, São José da Varginha, Pequi, Maravilhas, Papagaios, Paraopeba e Caetanópolis.**

Neste material, explicamos um pouco sobre a pesquisa realizada e apresentamos os resultados obtidos. Vamos lá?

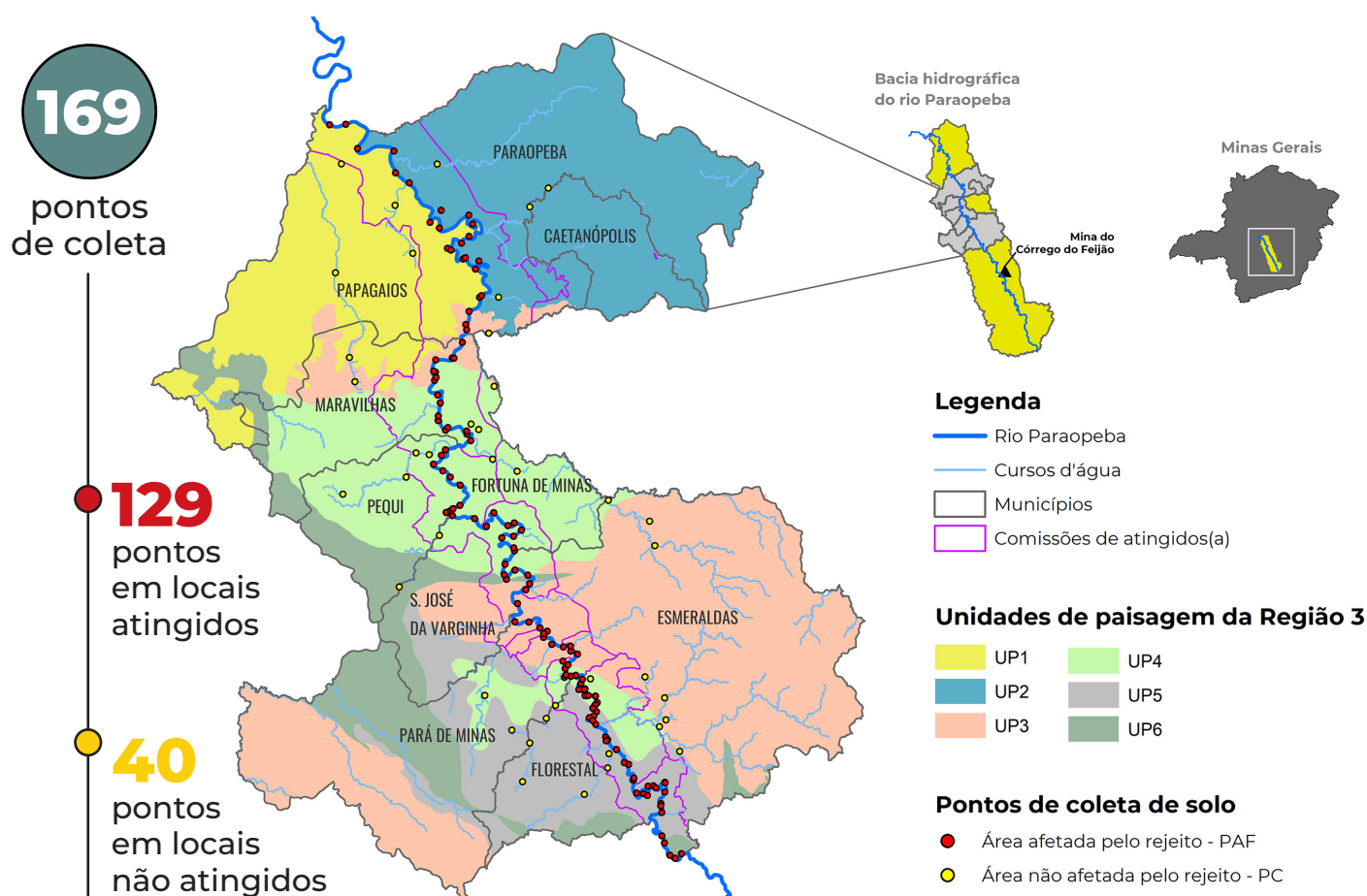
# CONHECENDO O ESTUDO TÉCNICO REALIZADO

## 1ª ETAPA: PLANEJAMENTO E SELEÇÃO DAS ÁREAS DE COLETA DE SOLO

A Região 3 foi dividida em seis áreas cujo solo e geologia possuem características similares, sendo chamadas de Unidades de Paisagem (UP). Esta divisão foi adotada para possibilitar a comparação de solos de áreas atingidas e não atingidas pelo rejeito, com condições ambientais similares. O objetivo foi diagnosticar a qualidade atual destes solos e avaliar se houve alterações nas características físicas e químicas dos solos atingidos pelo rejeito.

Foram selecionados para coleta de solo, 129 pontos em locais atingidos localizados à margem do rio Paraopeba (chamados de Pontos de Área Afetada - PAF) e 40 pontos em locais não atingidos, localizados à margem de cursos d'água que alimentam o rio Paraopeba, onde não houve contato algum com o rejeito (chamados de Pontos Controle - PC). A distribuição das áreas divididas e dos pontos de coleta de solo pode ser vista no mapa abaixo:

### ◆ Região 3 dividida em unidades de paisagem



## 2ª ETAPA: COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO

A 2ª etapa consistiu na coleta de amostras de solo nos pontos selecionados na etapa anterior. Essas coletas foram efetuadas por equipes da Tommasi Ambiental, consultoria contratada pelo Nacab, entre os dias 3 e 19 de novembro de 2020. O trabalho foi acompanhado por analistas da ATI R3 e realizado mediante autorização assinada pelo(a) proprietário(a) ou responsável pela propriedade.



Nas situações em que não foi obtida autorização ou não foram encontrados os(a) proprietários(a), o ponto de coleta foi alterado para outra propriedade, mantendo as características ambientais do ponto original. Locais com sinais de perturbações e/ou possibilidade de contaminação por acúmulo de lixo, cortes e aterros, acúmulo de material orgânico, ou outros fatores de impedimento, foram evitados.



### 3ª ETAPA: ANÁLISES LABORATORIAIS

Após a coleta, as amostras foram enviadas para o laboratório que procedeu as análises, atendendo aos procedimentos técnicos recomendados em protocolos científicos nacionais e internacionais.

Foram analisados os seguintes parâmetros:

#### PARAMÊTRO FÍSICO

◆ **Granulometria:** determina a distribuição por **tamanho das partículas individuais dos solos**, denominadas Areia, Silte e Argila.



#### PARÂMETROS QUÍMICOS

◆ **Capacidade de Troca Catiônica (CTC):** capacidade de troca de elementos de carga positiva, considerando o pH (Potencial Hidrogeniônico) do solo igual a 7, ou seja, neutro (nem ácido, nem básico).

◆ **pH em água:** a partir desta medição do pH (Potencial Hidrogeniônico) é possível classificar os solos quanto a sua acidez ou alcalinidade.

◆ **Carbono Orgânico Total (COT):** mede a quantidade de carbono proveniente de materiais orgânicos dos solos.

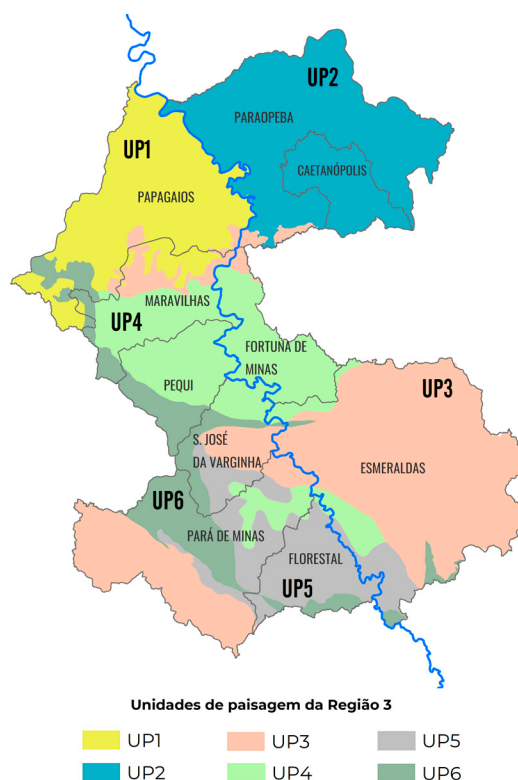
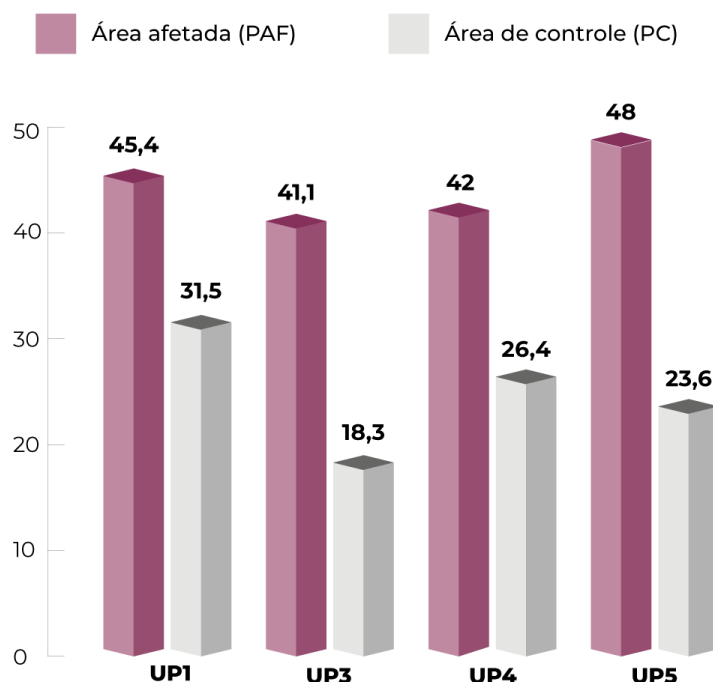
◆ **Metais e Metaloides:** foram quantificados os teores de Alumínio (Al), Arsênio (As), Bário (Ba), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni), Silício (Si), Vanádio (V) e Zinco (Zn).

# PRINCIPAIS RESULTADOS

## 1. DEGRADAÇÃO FÍSICA DOS SOLOS ATINGIDOS

Foram detectados **teores muito altos de silte** nos solos da maior parte da Região 3, com predominância nos solos atingidos (Pontos de Área Afetada - PAF). A diferença significativa entre áreas atingidas e não atingidas **levantam indícios de que houve alteração da condição natural do solo**, com o aumento deste tipo de partícula nos solos atingidos. Esta alteração apresenta **forte indício de relação com o contato com o rejeito**, uma vez que este possui partículas de silte/argila como material físico predominante de sua composição.

**Teores medianos de Silte em Pontos de Área Afetada e Pontos de Controle (em %)**



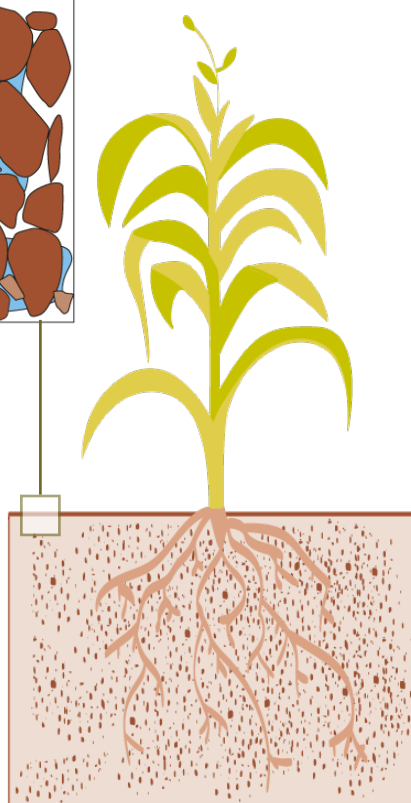
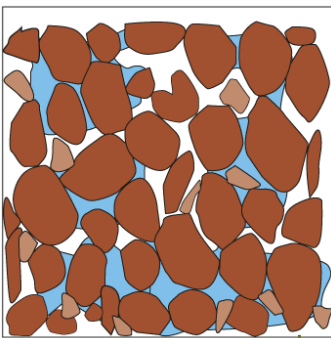
Teor de Silte (%) nas Unidades de Paisagem da Região 3 em que houve diferença significativa entre amostras de solo de locais atingidos (PAF) e locais não atingidos (PC)

Este resultado é preocupante uma vez que altos teores de silte e argila provocam **a formação de uma crosta na superfície do solo que entope seus poros**. Assim, a água não consegue infiltrar com facilidade, **aumentando o escoamento superficial da água das chuvas e as taxas de erosão**. Este processo gera ainda o deslocamento da camada superficial do solo, que contém mais matéria orgânica e maior reserva de nutrientes, provocando **o empobrecimento do solo e prejuízos ao crescimento das plantas**. A recomposição natural da vegetação também é prejudicada, uma vez que é formada uma crosta dura que dificulta a penetração de raízes e o estabelecimento da vegetação. Sendo assim, uma série de **prejuízos à produção agrícola** podem ser gerados a curto, médio e longo prazo.

Outro fator preocupante é que os metais no solo tendem a se associar com materiais mais finos como o silte e argila. Este fato, associado ao aumento da erosão causada pela água das chuvas, e à maior vulnerabilidade à erosão causada pelo vento, contribuem para o transporte deste material para outros compartimentos ambientais, podendo gerar novas fontes de contaminação.

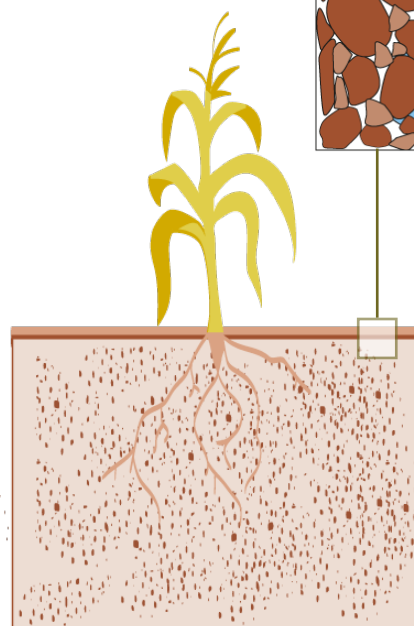
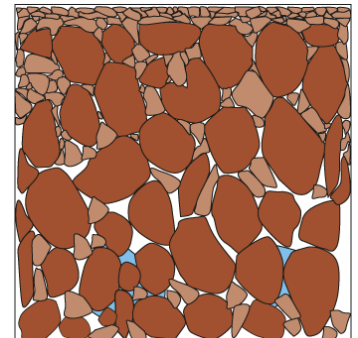


Solo com porosidade, espaços vazios e com água



SOLO NATURAL

Solo com baixa porosidade, espaços vazios entupidos de silte



SOLO ATINGIDO

Camada de REJEITO + SEDIMENTO

## 2. PRESENÇA DE METAIS ACIMA DOS VALORES DE QUALIDADE DO SOLO

A análise dos resultados químicos revelou que uma **série de amostras apresentaram um ou mais metais com concentrações acima dos Valores Orientadores de Qualidade do Solo**, definidos na legislação ambiental. Estes valores fornecem orientação sobre a qualidade e possíveis alterações a partir das concentrações limites dos metais no solo<sup>1</sup>.

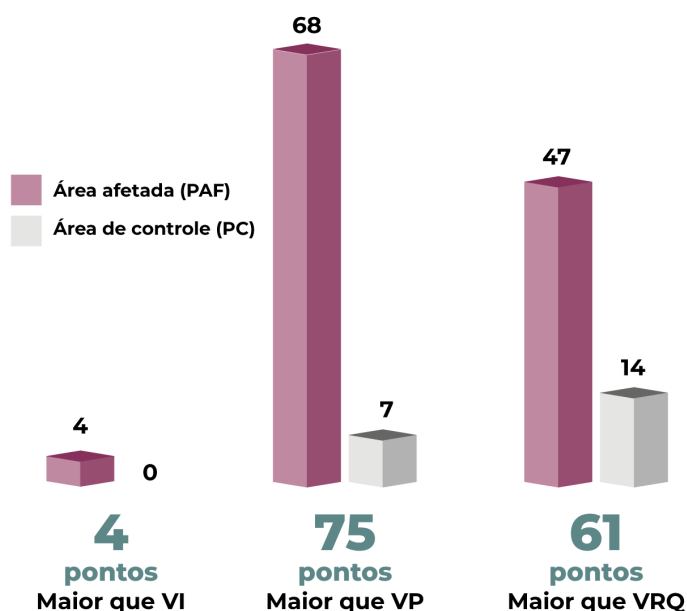
Os valores orientadores se dividem em:

◆ **VRQ - Valor de Referência de Qualidade** - Concentração limite que define a qualidade natural do solo.

◆ **VP - Valor de Prevenção** - Concentração limite da substância no solo, tal qual o solo mantenha suas funções principais, tais como, servir como meio básico para sustentação da vida e habitat para os organismos vivos, entre outros.

◆ **VI - Valor de Investigação** - Concentração acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana.

O número de pontos em que as concentrações de metais foram superiores aos Valores Orientadores na Região 3 pode ser visualizado abaixo:



### Maior que VI (VALOR DE INVESTIGAÇÃO)

Nestes solos existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana



### Maior que VP (VALOR DE PREVENÇÃO)

Estes solos podem ter a capacidade de sustentar suas funções principais comprometidas.



### Maior que VRQ (VALOR DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE)

Estes solos têm concentrações superiores ao estado de qualidade natural do solo



<sup>1</sup> A legislação ambiental que estabelece os valores orientadores de qualidade do solo são a Resolução N° 420/2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece os Valores Orientadores a nível nacional e a Deliberação Normativa N° 166/2011 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), que estabelece os Valores Orientadores específicos para os solos do estado de Minas Gerais.

A partir da quantificação das concentrações de metais em cada ponto amostrado, foi possível definir as classes de qualidade em que se enquadram o solo destes locais e indicar os procedimentos de prevenção e controle da qualidade do solo que precisam ser adotados pelos órgãos ambientais.

Abaixo estão listadas as classes, o número de pontos onde os solos coletados se enquadram nesta classe, as características e os procedimentos necessários a serem tomados mediante as concentrações de metais verificadas.

| CLASSE DO SOLO  | Nº DE PONTOS | CARACTERÍSTICAS                                                                                                 | PROCEDIMENTOS NECESSÁRIOS                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CLASSE 1</b> | <b>29</b>    | Apresenta concentrações de substâncias químicas menores ou iguais ao Valor de Referência de Qualidade (VRQ)     | Não existem ações requeridas para estes solos.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>CLASSE 2</b> | <b>61</b>    | Apresenta concentrações de pelo menos uma substância química maior que o Valor de Referência de Qualidade (VRQ) | Verificação da possibilidade de ocorrência natural da substância ou da existência de fontes de poluição, com indicativo de ações preventivas de controle, quando couber, não cabendo necessariamente investigação.                               |
| <b>CLASSE 3</b> | <b>75</b>    | Apresenta concentrações de pelo menos uma substância química maior que o Valor de Prevenção (VP)                | Identificação da fonte potencial de contaminação, avaliação da ocorrência natural da substância, controle das fontes de contaminação e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea.                                                 |
| <b>CLASSE 4</b> | <b>4</b>     | Apresenta concentrações de pelo menos uma substância química maior que o Valor de Investigação (VI)             | São necessárias ações de gerenciamento de áreas contaminadas que envolvam a identificação da fonte potencial de contaminação, a avaliação do risco à saúde, e ações de intervenção a fim de eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana. |

O número de pontos coletados e organizados por classe do solo nas comissões de atingidos da Região 3, pode ser visualizado abaixo:

| COMISSÃO                                 | Nº DE PONTOS COLETADOS | SOLOS CLASSE 1 | SOLOS CLASSE 2 | SOLOS CLASSE 3 | SOLOS CLASSE 4 |
|------------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| PRODUTORES RURAIS DE PARAÓPEBA           | 16                     | 1              | 9              | 6              | 0              |
| PAPAGAIOS                                | 12                     | 0              | 3              | 8              | 1              |
| MARAVILHAS                               | 8                      | 1              | 3              | 4              | 0              |
| PEQUI                                    | 8                      | 1              | 3              | 4              | 0              |
| BEIRA Córrego e Retiro dos Moreiras      | 11                     | 0              | 6              | 4              | 1              |
| Córrego da Areia                         | 5                      | 1              | 1              | 3              | 0              |
| Três Barras                              | 6                      | 1              | 4              | 1              | 0              |
| São José da Varginha                     | 10                     | 0              | 4              | 5              | 1              |
| Chacreamento Vargem Grande               | 3                      | 0              | 1              | 2              | 0              |
| Chacreamento Paraopeba                   | 3                      | 0              | 1              | 2              | 0              |
| Muquém                                   | 4                      | 2              | 1              | 1              | 0              |
| Cachoeirinha                             | 3                      | 0              | 2              | 1              | 0              |
| Padre João, Vinhático e Bambus           | 14                     | 1              | 4              | 9              | 0              |
| Riacho                                   | 5                      | 0              | 2              | 2              | 1              |
| São José                                 | 3                      | 0              | 1              | 2              | 0              |
| Taquaras                                 | 15                     | 1              | 8              | 6              | 0              |
| Vista Alegre                             | 5                      | 1              | 0              | 4              | 0              |
| Valentim, Ribeirão do Ouro e Marinheiros | 12                     | 4              | 1              | 7              | 0              |
| FORA DAS COMISSÕES                       | 26                     | 15             | 7              | 4              | 0              |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>169</b>             | <b>29</b>      | <b>61</b>      | <b>75</b>      | <b>4</b>       |

## ♦ METAIS E METALOIDES ACIMA DO VALOR DE INVESTIGAÇÃO (VI) E VALOR DE PREVENÇÃO (VP)

As áreas com concentrações de metais acima do Valor de Prevenção, onde o solo tem suas funções principais comprometidas e acima do Valor de Investigação, onde já configura contaminação demandam maior atenção. **Estas áreas devem ser investigadas pelos órgãos ambientais competentes e efetivados os procedimentos previstos na Resolução CO-NAMA 420/2009.** Os principais metais verificados foram o Cromo, Níquel, Bário e Cobalto.

Segue abaixo algumas informações a respeito destes metais:

### **Cr** Cromo

O Cromo é um elemento relativamente estável, apresenta baixa mobilidade no solo e nas plantas e restrita permeabilidade nas membranas celulares. **A sua presença no solo, acima das concentrações aceitáveis, interfere negativamente no crescimento das plantas que o absorve e o compartimentaliza, especialmente nas raízes, podendo levar a planta à morte.** O Cromo participa do metabolismo humano, porém na principal forma que se encontra na natureza, é muito reativo e tóxico, podendo causar danos à saúde.

### **Ni** Níquel

O Níquel é um dos metais pesados mais comuns nos solos. Ele, em baixas quantidades, age como micronutriente essencial nas plantas, **em excesso, se torna tóxico.** O Níquel, assim como os demais metais pesados, se acumula nos organismos.

### **Ba** Bário

O Bário existe em rochas naturais no ambiente, porém **em determinadas concentrações influencia negativamente na fotossíntese e no desenvolvimento de plantas, como as gramíneas.** Na natureza, o Bário existe em formas solúveis e não solúveis em água. Representantes de ambas as formas podem ser tóxicos para humanos.

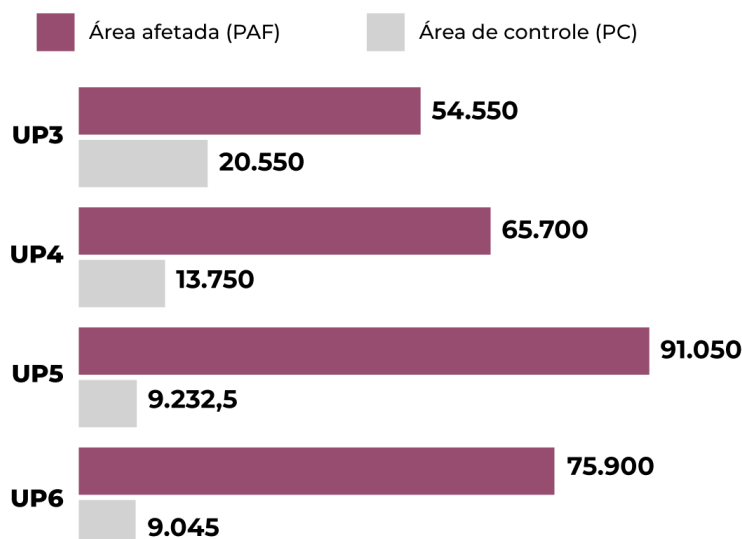
### **Co** Cobalto

O Cobalto é um micronutriente essencial para as plantas leguminosas, pois participa da fixação de nitrogênio que é realizada por essas plantas. Ele também é essencial aos humanos, pois compõe a estrutura da vitamina B12. Porém, é importante destacar que **tanto a deficiência, quanto o excesso desse composto no organismo animal e humano, podem trazer danos à saúde humana.**

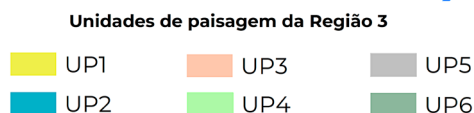
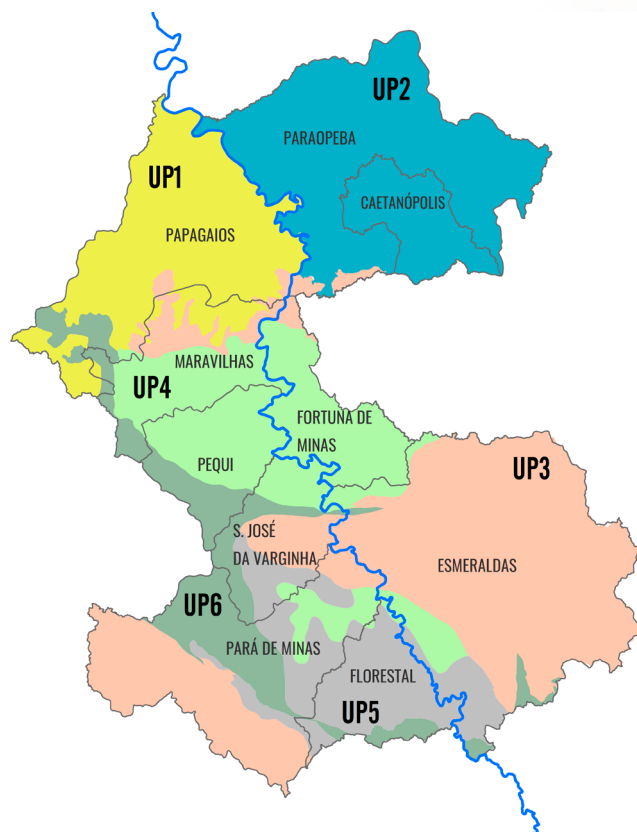
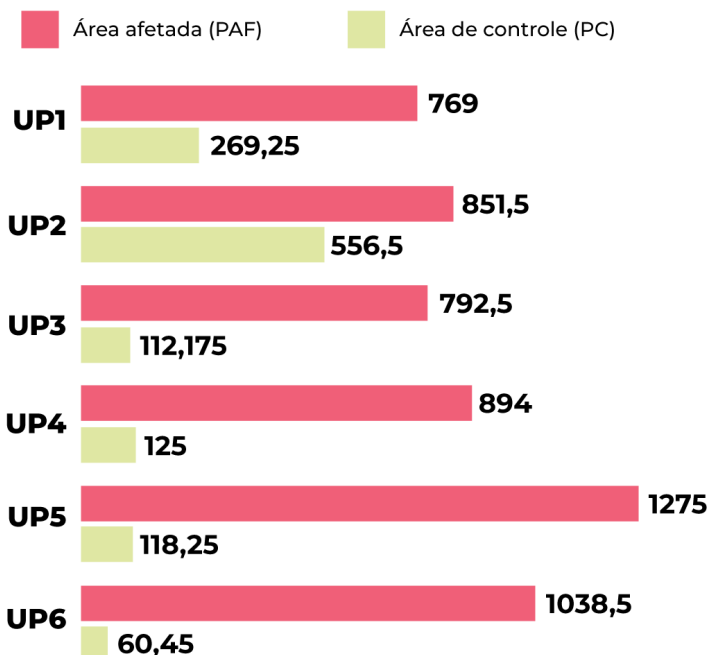
Além do Cromo, Níquel, Bário e Cobalto, **outros metais também excederam os Valores Orientadores (VRQ e VP)**, porém em menor número de pontos, como é o caso do **Arsênio, Cobre, Zinco e Vanádio**.

**Metais** que não possuem Valores Orientadores como **Ferro e Manganês, também foram detectados com concentrações muito altas nas áreas afetadas** da maior parte da Região 3. Mesmo levando em consideração que as concentrações destes metais são naturalmente altas na maioria dos solos, os resultados apontam diferenças significativas entre as áreas analisadas. O indício de incremento nas concentrações destes metais nas áreas afetadas levanta a **hipótese de relação com o rejeito**, uma vez que estes são os principais metais da composição química do rejeito.

#### Mediana dos teores de **Ferro** entre Pontos de Área Afetada e Pontos de Controle (em mg/kg)



#### Mediana dos teores de **Manganês** entre Pontos de Área Afetada e Pontos de Controle (em mg/kg)



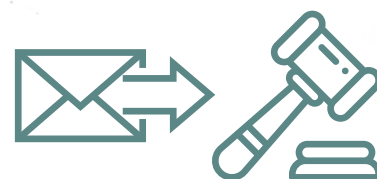
Em relação aos demais parâmetros químicos dos solos (**pH em água, Carbono Orgânico Total e Capacidade de Troca Catiônica**), não foi observada uma variação tão expressiva nos resultados, nem um padrão coerente de aumento ou diminuição entre as áreas analisadas, quanto aquela encontrada entre os parâmetros físicos. Sendo assim, estes resultados servem para responder de forma mais local, sobre a qualidade do solo.

## PRÓXIMOS PASSOS DA ATI-R3

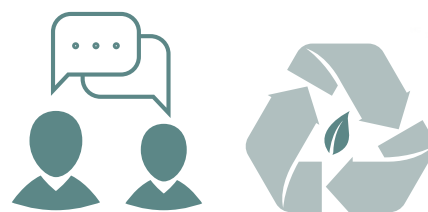
- 1 Produzir **material de comunicação** que traduza os resultados por comissão para uma leitura mais local dos atingidos.



- 2 **Encaminhar os resultados do estudo às Instituições de Justiça** para que sejam entregues aos órgãos ambientais competentes e as medidas cabíveis sejam tomadas.



- 3 Os(as) proprietários(as) de áreas nas quais foram detectados solos enquadrados na Classe 4 **serão avisados individualmente** e o NACAB buscará, dentro das formas legais e com apoio das Instituições de Justiça e órgãos ambientais, **viabilizar a execução dos procedimentos necessários à eliminação ou redução dos riscos à saúde das populações atingidas.**



## COMO ESTÁ O SOLO DA REGIÃO 3?

Cartilha produzida pelo Núcleo de Assessoria às Comunidades Atingidas por Barragens (Nacab)  
Assessoria Técnica Independente da Região 3 - Junho 2021

**Texto e mapas:** Dayane Lopes e Irla Paula Stopa

**Edição:** Leonardo Dupin e Raul Gondim

**Projeto gráfico e ilustrações:** Fabiano Azevedo

**Fotos:** Equipe ATI R3 Nacab

### FICHA TÉCNICA ESTUDO DE SOLO

**Equipe Responsável:** Dayane Lopes Pinto, Irla Paula Stopa Rodrigues, Yolanda Maulaz Elteto e Luiz Carlos de Oliveira

**Colaboradores:** Adriana Carvalho, Ramon Neto Rodrigues, Lucas Grossi Bastos, Alexandre de Lima Chumbinho, Daniela Fernanda Cardoso Resende, Fernando Luiz de Assis Oliveira Barbosa, Lauro Magalhães Fráguas, Matheus de Brito Corrêa e Paula Laranja Leal de Mattos Pereira

### ASSESSORIA TÉCNICA INDEPENDENTE DA REGIÃO 3

**Coordenador Geral:** Flávio Bastos

**Coordenação Geral:** Alexandre Chumbinho - Flávio Bastos - Irla Paula Stopa - Luciano Marcos da Silva  
Marília Andrade Fontes - Marluce de Souza Abduane

**Gerente Geral:** Marília Andrade Fontes

**Gerente Administrativo Financeira:** Marluce de Souza Abduane

**Gerente de Participação e Engajamento:** Ângela Rosane de Oliveira

**Gerente de Socioeconomia e Cultura:** Francine Pinheiro

**Gerente Socioambiental:** Irla Paula Stopa

**Gerente de Qualidade da Água e Avaliação de Riscos à Saúde:** Lauro Fráguas

**Gerente Jurídico:** Alexandre Chumbinho

**Gerente de Desenvolvimento Territorial e Agroecologia:** Luciano Marcos da Silva

**Assessor chefe de Comunicação:** Leonardo Dupin

**Núcleo de Assessoria às Comunidades Atingidas por Barragens - Nacab**

R. Santo Antônio, 30 Apto 2 - João Braz, Viçosa (MG) 36576-208. Telefone: (31) 3885 1794

**Escritório Belo Horizonte:** R. Bueno Brandão, 351, Santa Tereza

**Escritório Paraopeba:** Avenida Dom Cirilo, 609, Centro

**Escritório Pará de Minas:** Avenida Minas Gerais, 413, São José

**Escritório Esmeraldas:** R. José Domingos Diniz, Quadra 34, Lote 23, Fernão Dias

**Confira os resultados completos  
do estudo realizado pelo Nacab  
acessando o nosso site  
[www.nacab.org.br](http://www.nacab.org.br)**



**Caso tenha dúvidas, procure o Chip Dúvidas do Nacab  
31 99596-9065**

**Acesse e siga o Nacab nas redes**



**@nacabmg**

**Assessoria  
Técnica  
Independente  
REGIÃO 3**

**NACAB**  
NÚCLEO DE ASSESSORIA  
ÀS COMUNIDADES ATINGIDAS  
POR BARRAGENS