

# Projeto Brumadinho – UFMG

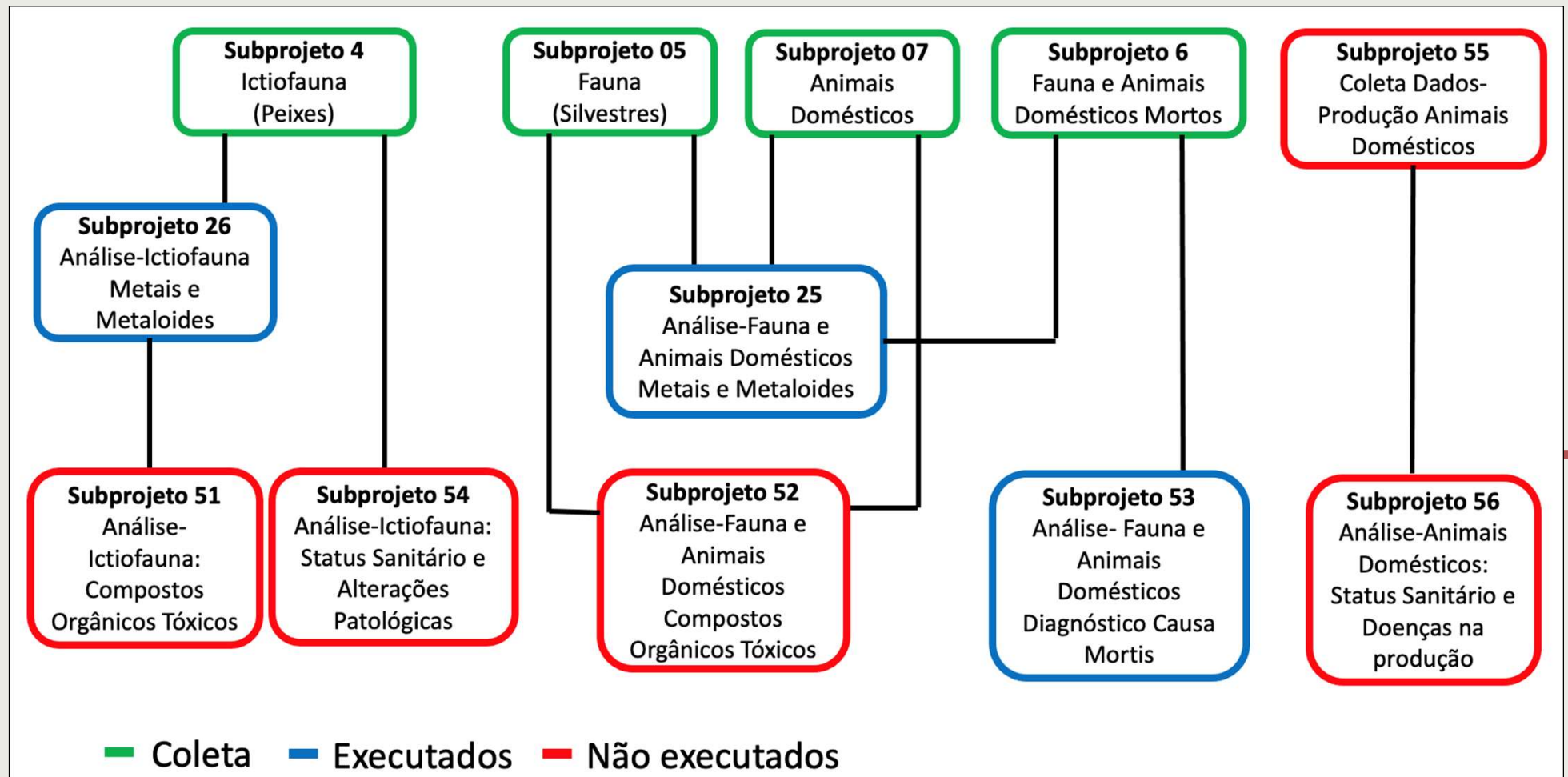


## SUBPROJETOS : IMPACTOS NAS POPULAÇÕES ANIMAIS E SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

---

Apresentadores professores: Ricardo Machado Ruiz, Fabiano Teodoro Lara, Carlos Augusto Gomes Leal, Claudia Carvalhinho Windmoller, Cristiane Valéria de Oliveira e Jandira Maciel

# Caraterização dos Subprojetos



# Caraterização dos Subprojetos: **COLETAS** Projeto Brumadinho UFMG

Subprojeto 4: Ictiofauna (peixes)  
Prof. Henrique Figueiredo (Ev/UFMG)



Subprojeto 5: Animais Silvestres  
Prof. Marcelo Carvalho (Ev/UFMG)



Apresentador: **Carlos Augusto Gomes Leal**  
Professor do Departamento de Medicina Veterinária  
Preventiva da Escola de Veterinária da UFMG



# Caraterização dos Subprojetos: **COLETAS** Projeto Brumadinho UFMG

Subprojeto 6: Animais Mortos  
Prof. Felipe Pierezan (Ev/UFMG)



Subprojeto 7: Animais domésticos  
Prof. Antônio Ultimo (Ev/UFMG)



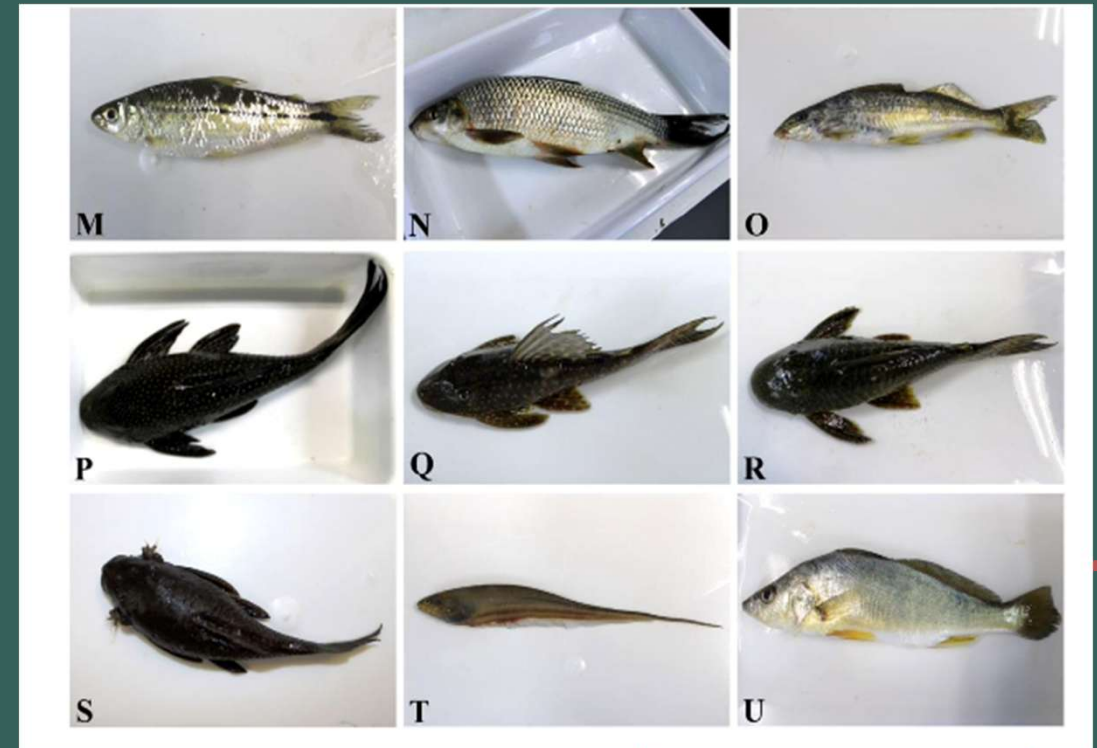
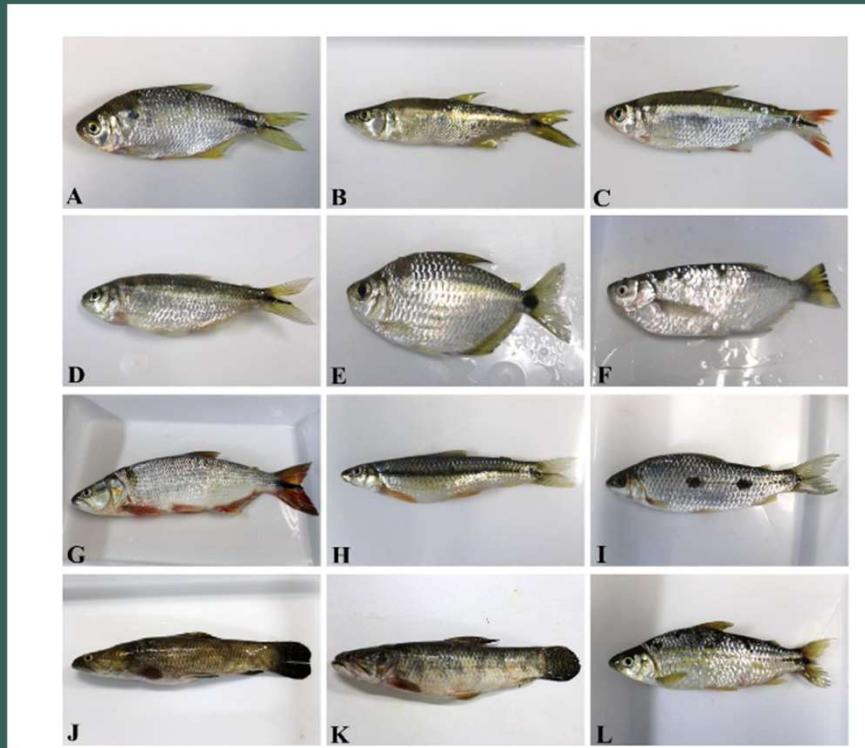
# Detalhamento Subprojeto : **COLETA**

## Subprojeto 4: Ictiofauna (peixes)

| Trecho amostral                                         | Município  | Distância pontos (km) <sup>a</sup> | Coordenadas <sup>b</sup>     | Data da coleta             |
|---------------------------------------------------------|------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| P1- Rio Paraopeba<br>(ponto controle)                   | Brumadinho | -                                  | 20°13'43.8"S<br>44°07'05.9"W | Coleta 01<br>03-04/03/2021 |
|                                                         |            |                                    | 20°13'43.9"S<br>44°07'06.0"W | Coleta 05<br>15-16/07/2021 |
| P2- Rio Paraopeba<br>(confluência córrego Ferro-Carvão) | Brumadinho | P1 à P2: 42 km                     | 20°09'28.8"S<br>44°09'32.6"W | Coleta 02<br>05-06/06/2021 |
| P3- Rio Paraopeba<br>(terço médio do trecho impactado)  | Pequi      | P2 à P3: 115 km                    | 19°34'25.4"S<br>44°33'55.5"W | Coleta 03<br>26-27/06/2021 |
| P4- Rio Paraopeba<br>(início remanso UHE Retiro Baixo)  | Pompéu     | P3 à P4: 110 km                    | 19°10'24.6"S<br>44°41'59.2"W | Coleta 04<br>03-04/07/2021 |

*Tabela 1 – Pontos e datas de coleta dos peixes ao longo do Rio Paraopeba – a. distância aproximada calculada pelo Google Earth; b. coordenadas dos pontos de fixação das redes*

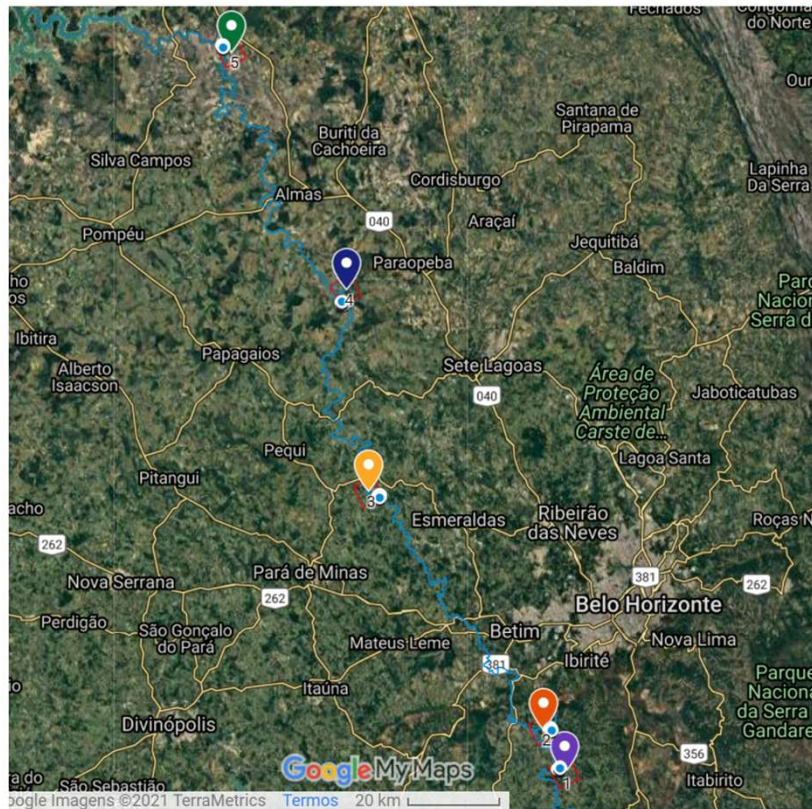
## Resultados Subprojeto 4: **COLETA**



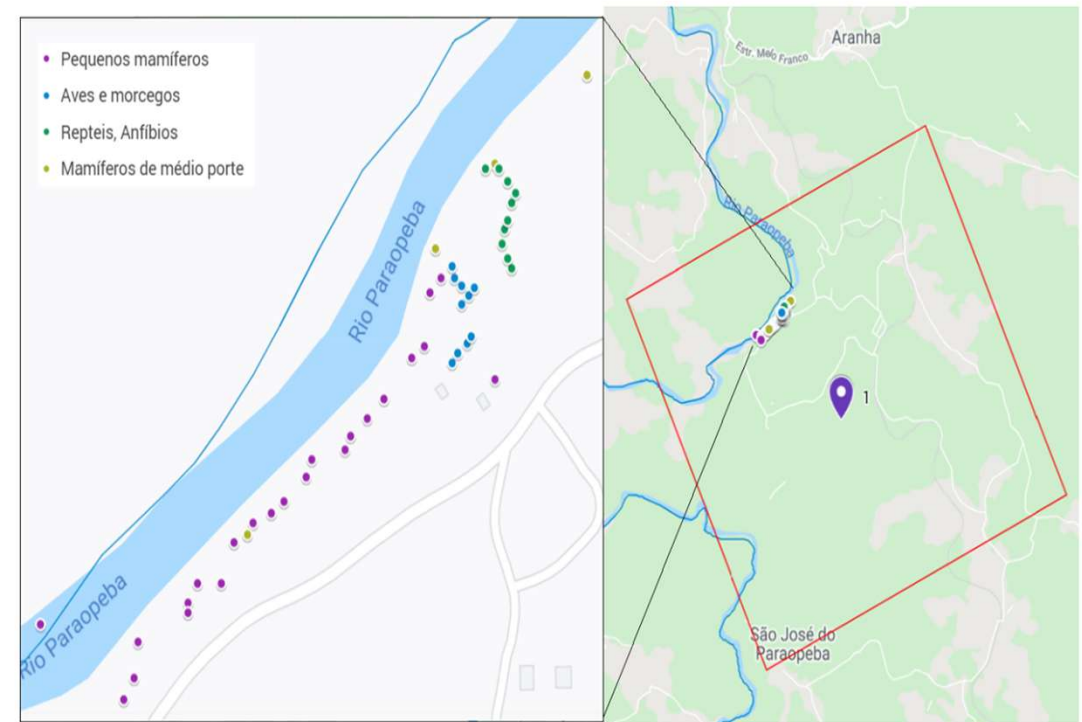
**Amostras: 99 peixes de 31 espécies diferentes.**

# Detalhamento Subprojeto : **COLETA**

## Subprojeto 5: Animais Silvestres



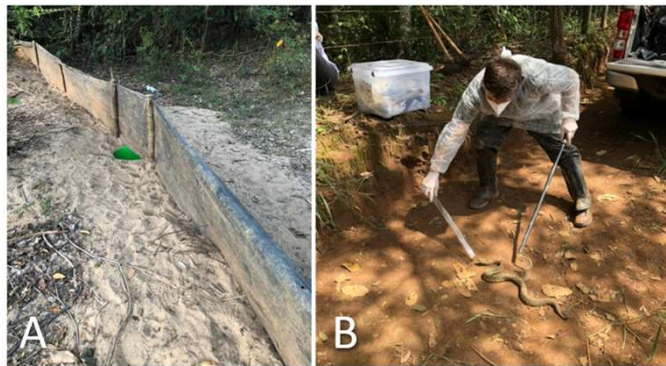
**Figura 1.** Locais de realização das cinco campanhas. Visão aérea por satélite.



**Figura 3.** Pontos de captura dos grupos animais capturados durante a Campanha Piloto e Campanha 1

# Detalhamento Subprojeto : **COLETA**

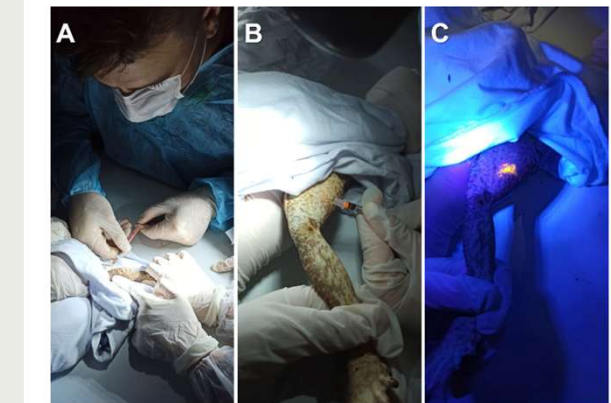
## Subprojeto 5: Animais Silvestres



**Figura 12.** Metodologia de captura de anfíbios e répteis. A) Armadilha do tipo interceptação e queda. B) Manejo de serpente peçonhenta da espécie cascavel (*Crotalus durissus*), com auxílio de gancho herpetológico e tubo acrílico.



**Figura 16.** Metodologia de captura e procedimentos com aves silvestres. A) Rede de neblina utilizada para captura de aves silvestres e quirópteros. B) Avaliação clínica em ave da espécie tucano-toco (*Ramphastos toco*). C) Momento prévio à soltura de passeriforme, após coleta de amostras biológicas e avaliação clínica.



**Figura 13.** Marcação individual pela técnica de elastômero em anfíbio da espécie sapo-cururu (*Rhinella diphycha*). A) Detalhe ilustrando momento anterior à aplicação de elastômero. B) Detalhe ilustrando o local de aplicação do elastômero. C) Leitura da marcação por elastômero sob incidência de luz negra.

# Resultados Subprojeto 5: COLETA

## Subprojeto 5: Animais Silvestres

**Tabela 1** - Resumo do número de animais capturados (n) para coleta de amostras biológicas para pesquisa toxicológica e de metais pesados em animais silvestres às margens do Rio Paraopeba, Minas Gerais, Brasil, por grupo animal e área.

| Área de coleta | Campanha | Município  | Pontos de coleta de água mais próximos* | Mamíferos não-voadores | Quirópteros | Aves | Répteis | Anfíbios | Total |
|----------------|----------|------------|-----------------------------------------|------------------------|-------------|------|---------|----------|-------|
| 1              | Piloto   | Brumadinho | -                                       | 22                     | 5           | 9    | 0       | 4        | 40    |
| 1              | 1        | Brumadinho | -                                       | 16                     | 19          | 12   | 0       | 5        | 52    |
| 2              | 2        | Brumadinho | FC6                                     | 23                     | 4           | 23   | 1       | 3        | 54    |
| 3              | 3        | Esmeraldas | P17                                     | 33                     | 3           | 23   | 5       | 3        | 67    |
| 4              | 4        | Paraopeba  | P20                                     | 13                     | 46          | 24   | 2       | 7        | 92    |
| 5              | 5        | Pompéu     | P28                                     | 21                     | 3           | 46   | 3       | 3        | 76    |
| Total          |          |            |                                         | 128                    | 80          | 137  | 11      | 25       | 381   |

\* Pontos de coleta de água e sedimentos do rio Paraopeba dos subprojetos 9, 11 e 15.

**Avaliação dos animais: ausência de doenças e 99% boa condição**

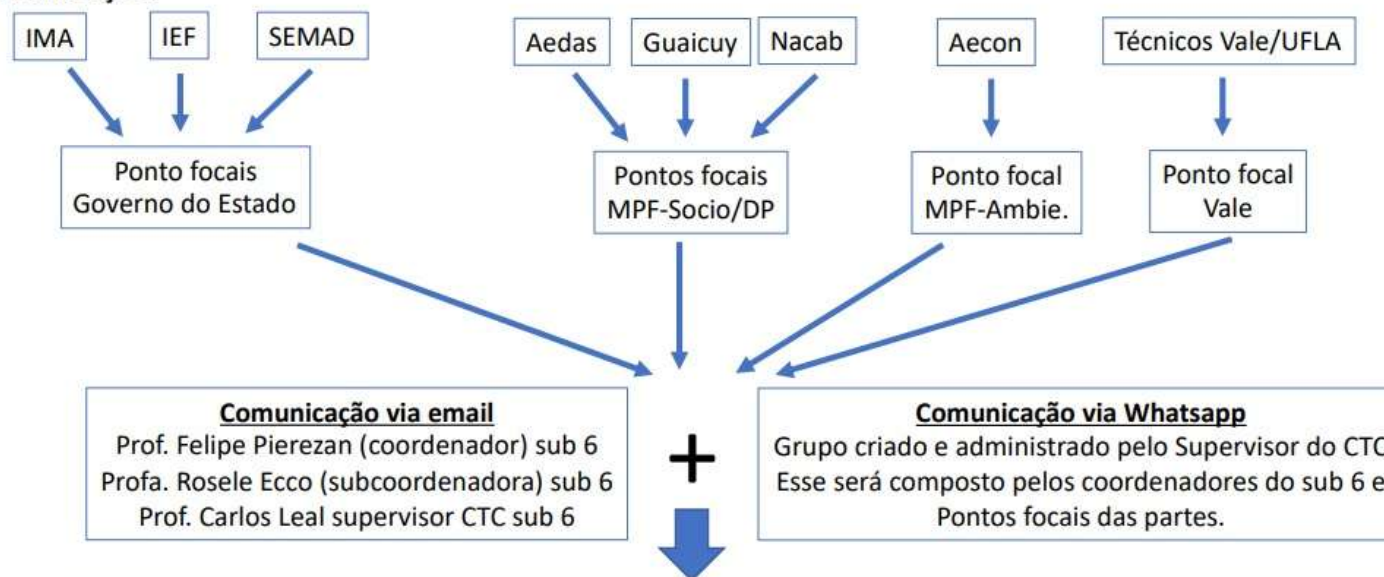
# Detalhamento Subprojeto : **COLETA**

## Subprojeto 6: Animais Mortos

### FLUXO DE NOTIFICAÇÃO DE MORTALIDADES DE ANIMAIS A SEREM APURADAS (NECROPSIA) SUBPROJETO 6

**Geradores de demanda/notificação (partes):** Governo do Estado (diferentes órgãos), MPF/Órgãos de justiça (assessorias) e Vale

**Fluxo da notificação:**



Confirmação, local e horário previsto da necropsia será enviado por email e no grupo do WhatsApp em até 2 h

# Resultados Subprojeto 6: **COLETA**

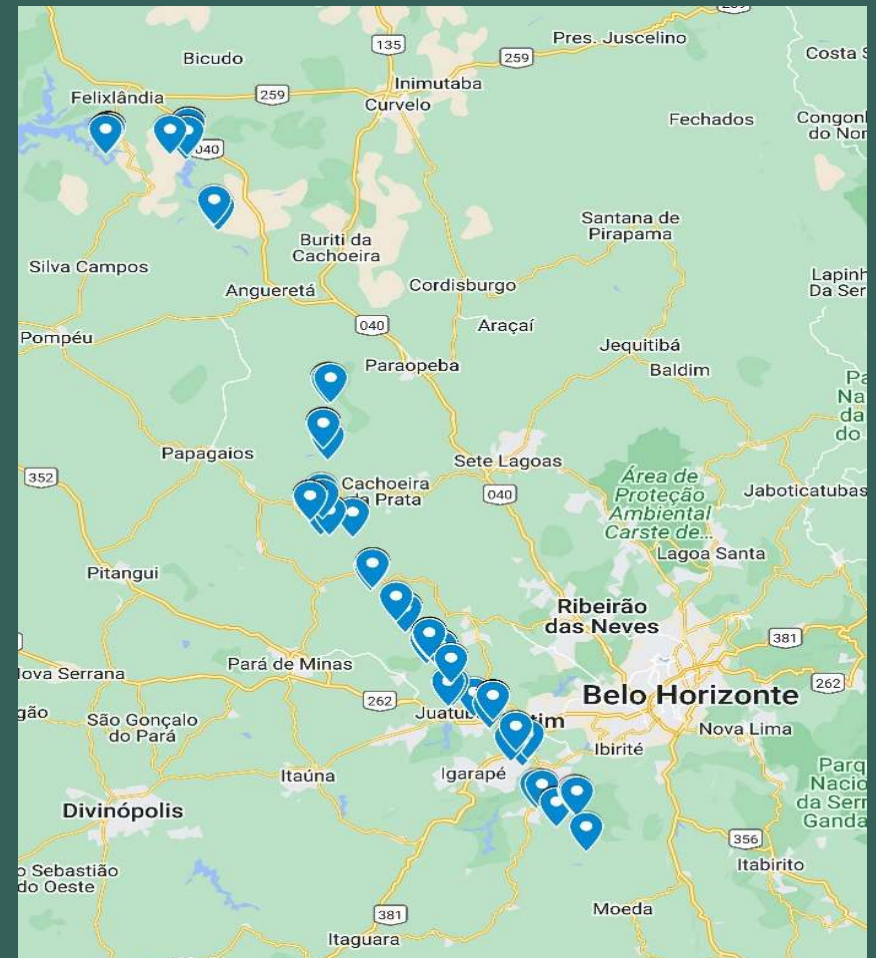
Subprojeto 6: Animais Mortos

Notificações: partes e busca ativa

Atendimentos: 297 animais

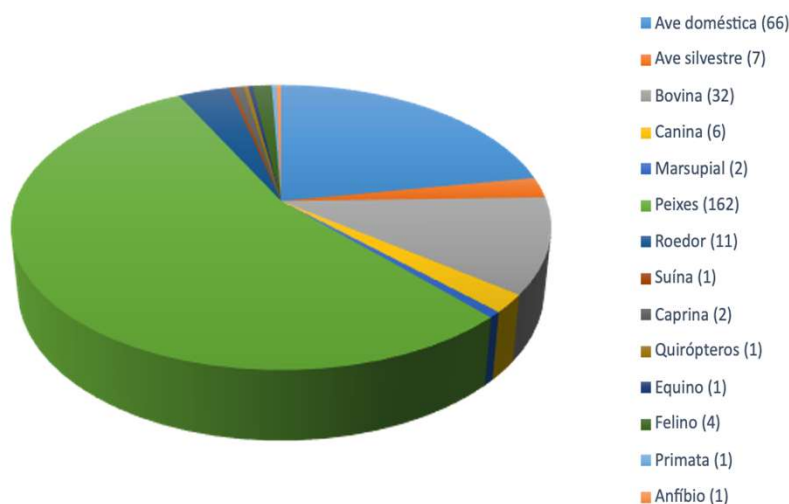
Determinação da causa das mortes

Coleta de amostras: tóxicos



# Resultados Subprojeto 6: **COLETA**

**Figura 1. Espécies recebidas para necropsia**



**Figura 11.** Distribuição por espécies dos animais submetidos para realização de necropsia, no âmbito do Subprojeto 06, desde 30 de outubro de 2020 até 15 de junho de 2022.

**Municípios de origem dos animais**



**Figura 12.** Distribuição por município de origem dos animais submetidos para realização de necropsia, no âmbito do Subprojeto 06, desde 30 de outubro de 2020 até 15 de junho de 2022.

**Principais casos: peixes, galinhas e bois**

**Municípios: Fortuna de MG, S.J. de Bicas, Esmeral. E Brum.**

# Resultados Subprojeto 6: COLETA

**Tabela 1** - Prováveis causas de morte de peixes necropsiados no Subprojeto 06 do Projeto Brumadinho-UFMG, com base em achados macroscópicos.

| Provável causa da doença e/ou morte        | Quantidade de animais |
|--------------------------------------------|-----------------------|
| Hipóxia (nível baixo de oxigênio na água)  | 79                    |
| Dermatite ulcerativa bacteriana ou fúngica | 32                    |
| Não determinada                            | 51                    |
| <b>Total</b>                               | <b>162</b>            |

**Tabela 2** - Prováveis causas de doença e/ou morte de aves domésticas necropsiadas no Subprojeto 06 do Projeto Brumadinho-UFMG, com base em achados macroscópicos

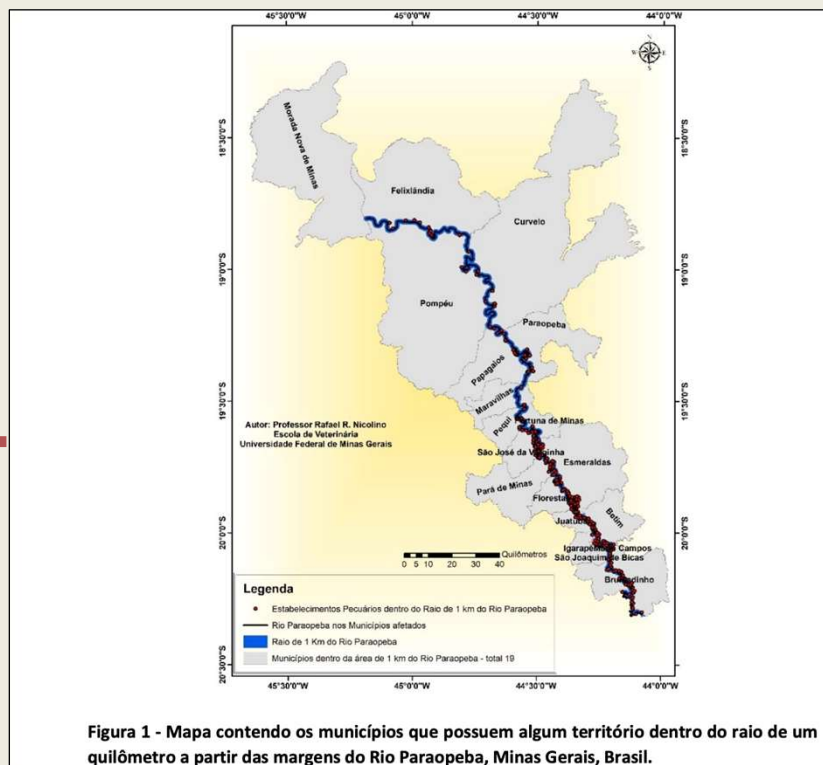
| Provável causa da morte                   | Quantidade de animais |
|-------------------------------------------|-----------------------|
| Botulismo                                 | 32                    |
| Bouba aviária ( <u>poxvírus aviário</u> ) | 9                     |
| Parasitose tegumentar e ou intestinal     | 6                     |
| Infecção bacteriana                       | 3                     |
| Traqueíte <u>fibrinonecrótica</u>         | 1                     |
| Neoplasia em órgão <u>linfóides</u>       | 1                     |
| Gota úrica                                | 1                     |
| Não determinada                           | 13                    |
| <b>Total</b>                              | <b>66</b>             |

Peixes: problemas ambientais

Aves: doenças infecciosas

## Detalhamento Subprojeto : COLETA

## Subprojeto 7: Animais Domésticos



**Figura 1 - Mapa contendo os municípios que possuem algum território dentro do raio de um quilômetro a partir das margens do Rio Paraopeba, Minas Gerais, Brasil.**

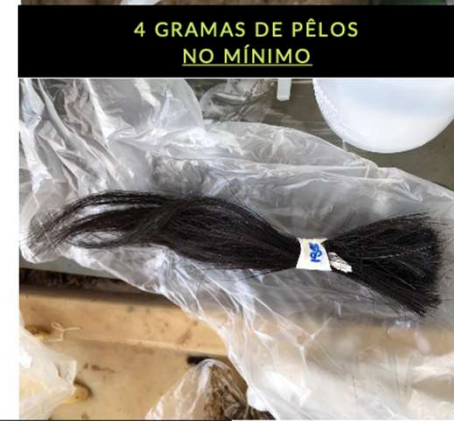
**Tabela 2 – Número (N.) de setores censitários incluídos, N. estimado de domicílios com cães e gatos, Frequência de domicílios com cães e gatos em relação ao total de municípios com cães e gatos e N. de domicílios a serem incluídos na amostra com pelo menos um cão e/ou gato e num raio de até um quilômetro do rio Paraopeba, por município incluído de Minas Gerais, Brasil.**

| Nome do Município    | N. de setores censitários incluídos | N. domicílios com cães e gatos | Frequência de participação dos domicílios com cães e gatos no total de toda área de estudo (%) | N. de domicílio a serem incluídos na amostra |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| BETIM                | 32                                  | 3.388                          | 20,72%                                                                                         | 88                                           |
| BRUMADINHO           | 36                                  | 4.395                          | 26,88%                                                                                         | 114                                          |
| CURVELO              | 4                                   | 187                            | 1,14%                                                                                          | 5                                            |
| ESMERALDAS           | 14                                  | 496                            | 3,03%                                                                                          | 13                                           |
| FELIXLÂNDIA          | 3                                   | 298                            | 1,82%                                                                                          | 8                                            |
| FLORESTAL            | 2                                   | 167                            | 1,02%                                                                                          | 4                                            |
| FORTUNA DE MINAS     | 2                                   | 132                            | 0,81%                                                                                          | 3                                            |
| IGARAPÉ              | 1                                   | 204                            | 1,25%                                                                                          | 5                                            |
| INHAÚMA              | 1                                   | 133                            | 0,81%                                                                                          | 3                                            |
| JUATUBA              | 11                                  | 1.677                          | 10,25%                                                                                         | 44                                           |
| MARAVILHAS           | 1                                   | 82                             | 0,50%                                                                                          | 2                                            |
| MÁRIO CAMPOS         | 10                                  | 1.695                          | 10,37%                                                                                         | 44                                           |
| MORADA NOVA DE MINAS | 1                                   | 106                            | 0,65%                                                                                          | 3                                            |
| PAPAGAIOS            | 1                                   | 91                             | 0,56%                                                                                          | 2                                            |
| PARÁ DE MINAS        | 1                                   | 82                             | 0,50%                                                                                          | 2                                            |
| PARAOPEBA            | 3                                   | 270                            | 1,65%                                                                                          | 7                                            |
| PEQUI                | 1                                   | 132                            | 0,81%                                                                                          | 3                                            |
| POMPÉU               | 4                                   | 329                            | 2,01%                                                                                          | 9                                            |
| SÃO JOAQUIM DE BICAS | 20                                  | 2.489                          | 15,22%                                                                                         | 65                                           |
| <b>Total</b>         | <b>148</b>                          | <b>16353</b>                   | <b>100%</b>                                                                                    | <b>425</b>                                   |

## Plano amostral: de acordo com normas intern/OMSA

# Detalhamento Subprojeto: **COLETA**

## Subprojeto 7: Animais Domésticos



## Resultados Subprojeto 7: **COLETA**

Tabela 1. Quantidade de amostras biológicas coletadas pelo projeto 07 – “Coleta de amostras biológicas em animais domésticos para análise toxicológica” de acordo com espécie animal e material biológico.

|               | Bovino | Bubalino | Canino | Felino | Caprino | Ovino | Equino | Muar | Asinino | Suíno | Total |
|---------------|--------|----------|--------|--------|---------|-------|--------|------|---------|-------|-------|
| <b>Sangue</b> | 3447   | 212      | 419    | 6      | 58      | 43    | 513    | 31   | 1       | 117   | 4847  |
| <b>Pelo</b>   | 3657   | 229      | 370    | 14     | 59      | 25    | 513    | 30   | 1       | 11    | 4909  |
| <b>Fezes</b>  | 3242   | 123      | 391    | 11     | 52      | 36    | 362    | 18   | 1       | 85    | 4321  |
| <b>Urina</b>  | 1444   | 87       | 199    | 1      | 4       | 21    | 123    | 7    | 0       | 9     | 1895  |
| <b>Leite</b>  | 782    | 125      | 0      | 0      | 19      | 3     | 18     | 0    | 0       | 9     | 956   |

**Total: 16.928 amostras**

# Resultados Subprojeto 7: COLETA

Tabela 2. Quantidade de propriedades amostradas por espécie e município pelo projeto 07 – “Coleta de amostras biológicas em animais domésticos para análise toxicológica”.

| Município            | Caprinos e |            |           |           |           | Caninos    |
|----------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                      | Bovinos    | Equinos    | ovinos    | Bubalinos | Suínos    |            |
| Betim                | 14         | 13         | 1         | 0         | 3         | 99         |
| Brumadinho           | 16         | 16         | 3         | 2         | 0         | 81         |
| Curvelo              | 4          | 2          | 0         | 0         | 0         | 5          |
| Esmeraldas           | 24         | 27         | 9         | 1         | 5         | 20         |
| Felixlândia          | 0          | 0          | 0         | 0         | 0         | 0          |
| Florestal            | 12         | 14         | 1         | 0         | 3         | 11         |
| Fortuna de Minas     | 2          | 2          | 0         | 0         | 4         | 3          |
| Igarapé              | 0          | 1          | 0         | 0         | 0         | 6          |
| Inhaúma              | 0          | 0          | 0         | 0         | 0         | 0          |
| Juatuba              | 8          | 7          | 1         | 0         | 0         | 44         |
| Maravilhas           | 1          | 1          | 0         | 0         | 0         | 2          |
| Mário Campos         | 2          | 2          | 1         | 0         | 0         | 45         |
| Morada Nova de Minas | 0          | 0          | 0         | 0         | 0         | 0          |
| Papagaios            | 6          | 5          | 2         | 0         | 2         | 2          |
| Pará de Minas        | 3          | 5          | 0         | 0         | 1         | 3          |
| Paraopeba            | 5          | 4          | 0         | 1         | 1         | 7          |
| Pequi                | 3          | 2          | 1         | 1         | 0         | 3          |
| Pompéu               | 4          | 5          | 0         | 0         | 0         | 9          |
| São Joaquim de Bicas | 8          | 8          | 0         | 0         | 1         | 67         |
| São José da Varginha | 10         | 9          | 0         | 2         | 2         | 0          |
| <b>Total geral</b>   | <b>122</b> | <b>123</b> | <b>19</b> | <b>7</b>  | <b>22</b> | <b>407</b> |

Propriedades visitadas 183/ Domicílios 407

## Caraterização dos Subprojetos: **ANÁLISES** Projeto Brumadinho UFMG

Subprojeto 25: Metais e Metalóides em amostras animais  
Prof. Clésia Nascentes (DQI/UFMG)

Subprojeto 26: Metais e Metalóides em peixes  
Prof. Flávia Custódio (Farmácia/UFMG)

Subprojeto 53: Determinação causa mortis  
animais  
Prof. Roselene Ecco (EV/UFMG)

# Caraterização dos Subprojetos: **ANÁLISES** Projeto Brumadinho UFMG

- Metais e Metalóides em amostras animais
- Ausência de métodos de referência  
(OMSA, EPA, EFSA, CONAMA, ANVISA)
- Padronização e validação de métodos
- Robustez e segurança técnico-científica  
Padrão MAPA e ISO 17.025



# Resultados: Impacto na Saúde dos Peixes

Projeto Brumadinho UFMG

## Subprojeto 4: ausência de intoxicação aguda/ dados necropsia



## Subprojeto 54: intoxicação x danos celulares x efeitos crônicos (previsto e não realizado)

# **Resultados: Impacto na Saúde dos Peixes**

Projeto Brumadinho UFMG

**Subprojetos 4 e 26: contaminação metais e metaloides**

**-Peixes vivos: Rio Paraopeba**

**-Metais e metaloides: Mn, Al, Zn, Hg, Cu, Cr e Ni**

**Níveis elevados/acima da lit.**

**Ausência de VR**

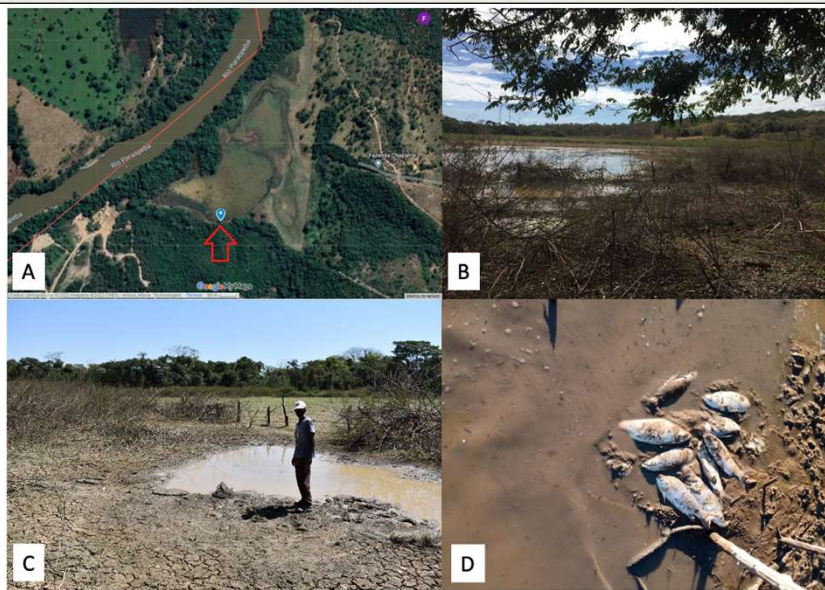
**-Efeito crônico na saúde da ictiofauna: ????**

**Monitoramento recomendado**

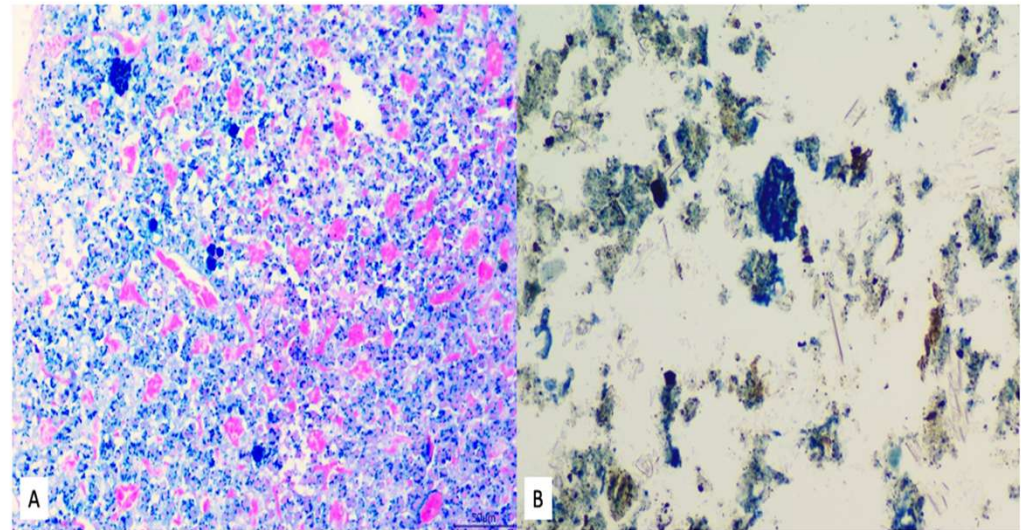
**-Elementos terras raras (ETR) peixes: semelhante rejeito  
fonte de contaminação**

# Resultados: Impacto na Saúde dos Peixes

## Subprojetos 6 e 53: avaliação dos casos de mortalidade



**Figura 3:** Imagens do relatório final do subprojeto 53 referente aos episódios de mortalidade 2 e 4 de peixes. Na propriedade avaliada no município de Fortuna de Minas, o assoreamento do canal de ligação entre lagoa marginal e rio Paraopeba (A) observada pós-rompimento, interrompeu o influxo de água para essa, ocasionando uma redução significativa no volume (B e C) e deterioração da qualidade de água, levando a morte dos peixes por hipoxia (D). (Fonte: Relatório Final do Subprojeto 53, p. 98-100).

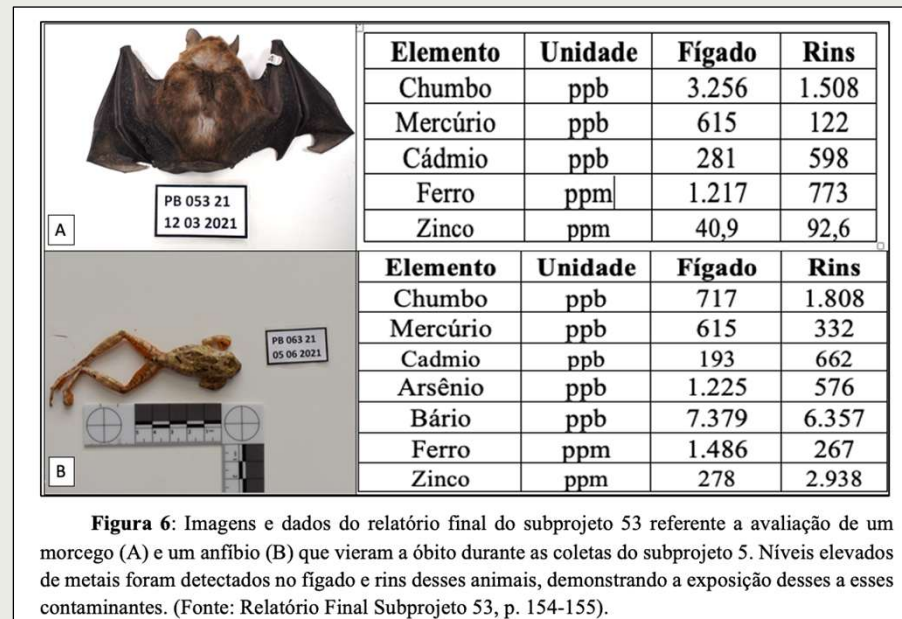


**Figura 4:** Imagens histológicas apresentadas no relatório do Subprojeto 53. Em ambas as imagens foi utilizada a coloração Azul da Prússia para demonstrar a presença anormal de ferro (grânulos azuis) no fígado (A) e intestino (B) dos peixes coletados em episódios de mortalidades em lagoa marginal (A) e no rio Paraopeba (B). (Fonte: Relatório Final do Subprojeto 53, p. 103 e 122).

**Deterioração da qualidade de água = causa/fator risco**  
**mortes**

# Resultados: Impacto na Saúde dos Animais Silvestres

## Subprojeto 5 +25: coleta de amostras + análise laboratorial



- Avaliação veterinária: ausência de doenças
- Níveis altos: Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, As, Cr e Mn
- Monitoramento necessário x toxicidade crônica???

# **Resultados: Impacto na Saúde dos Animais Domésticos**

## **Subprojeto 7 +25: coleta de amostras/mortos + análise laboratorial**

**-Níveis acima dos valores de referência para Mn e Pb**

**-Sangue cães e gatos**



**-Compartilham ambiente pessoas x fontes de cont. comuns**

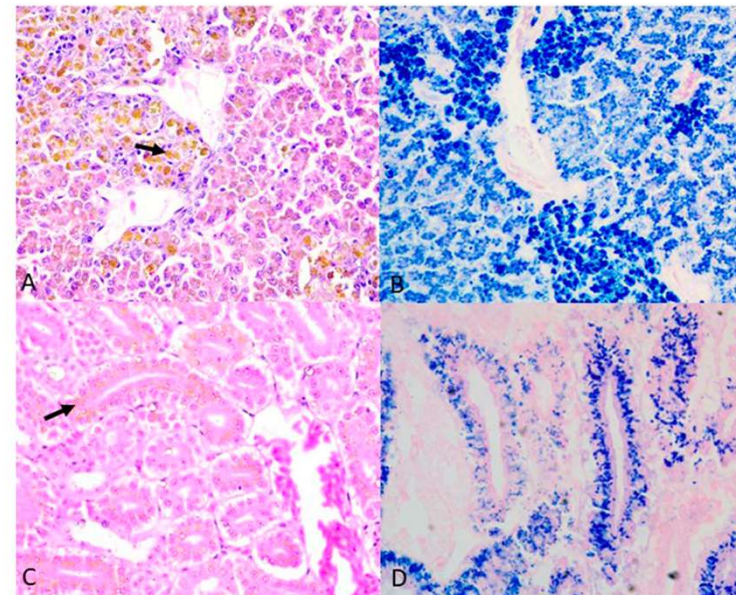
**-Mn: bovinos (98,5%) e equinos (73%) acima do VR em pelos/ exposição crônica**

# Resultados: Impacto na Saúde dos Animais Domésticos

## Subprojeto 6 +53: coleta de amostras/mortos + análise laboratorial



**Figura 8:** Imagens do relatório final do subprojeto 53, onde verifica-se que após uma enchente a água do rio Paraopeba se acumulou em lagoa da propriedade (A). Pode ser observado macroscopicamente a presença de material particulado negro (B) sugestivo de rejeito de mineração nas bordas. Após enchente e o contato com água oito das treze aves presentes na propriedade vieram óbito (C). (Fonte: Relatório Final Subprojeto 55, p. 81)



**Figura 7:** Imagens histológicas apresentadas no relatório final do subprojeto 53. Nessas é possível observar a deposição de pigmento acastanhado no fígado (A) e rim (C) de uma ave avaliada no subprojeto, que posteriormente se confirmou com sendo deposição de ferro com uso da coloração Azul da Prússia (B e D). (Fonte: Relatório Final Subprojeto 53, p. 77)

- Água do rio x risco para contaminação dos animais
- Mortalidades associadas a degradação ambiental

## **Impacto na Segurança dos Alimentos: Peixes**

**Subprojetos 4 +26: coleta de amostras + análise laboratorial**

**-Avaliação Risco de Exposição: metodologia ANVISA**

**JECFA (OMS+FAO/ONU)**

**-Análise segurança consumo: base porção população rural**

**peixe detritívos (fundo/cascudo)**

**carnívoros (ex. traíra)**

**-Risco para consumo superior a 2 porções/semana**

**-Coleta época seca = menor suspensão de sólidos = menor exp.**

## Impacto na Segurança dos Alimentos: **Peixes**

Subprojetos 6 +25: coleta de amostras + análise laboratorial

-Peixes Coletados Eventos mortalidade

-Lagoas marginais: 6,7% dos peixes/ 500 µg/kg de Hg

---

-Não conforme consumo/ANVISA/Codex Alimentarius-FAO

-Cu, Fe, Mn e Zn : níveis elevados

# Impacto na Segurança dos Alimentos: **Peixes**

Subprojetos 6 +25: coleta de amostras + análise laboratorial

- Ingestão semanal tolerável provisória (PTWI)

**Tabela 8:** Avaliação do risco relacionado ao consumo de peixes analisados no subprojeto 25.

| Elemento        | Conc. musculo<br>peixe (mg/kg) | %PTWI <sub>adultos</sub><br>330 g/sem | %PTWI <sub>crianças</sub><br>330 g/sem | %PTWI <sub>adultos</sub><br>770 g/sem | %PTWI <sub>crianças</sub><br>770 g/sem |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Al              | 16,38 <sup>a</sup>             | 4,0                                   | 12                                     | 9,2                                   | 28                                     |
| Al              | 8,78 <sup>b</sup>              | 2,1                                   | 6,4                                    | 5,0                                   | 15,0                                   |
| Cu <sup>c</sup> | 3,397 <sup>a</sup>             | 0,50                                  | 1,5                                    | 1,1                                   | 3,3                                    |
| Cu <sup>c</sup> | 1,668 <sup>b</sup>             | 0,23                                  | 0,69                                   | 0,54                                  | 1,62                                   |
| Fe <sup>c</sup> | 19,202 <sup>a</sup>            | 1,7                                   | 5,1                                    | 3,9                                   | 11,7                                   |
| Fe <sup>c</sup> | 19,349 <sup>b</sup>            | 1,7                                   | 5,1                                    | 3,9                                   | 11,7                                   |
| Mn <sup>c</sup> | 1,709 <sup>a</sup>             | 4,7                                   | 14,1                                   | 11,0                                  | 33,0                                   |
| Mn <sup>c</sup> | 2,174 <sup>b</sup>             | 6,0                                   | 18,0                                   | 14,0                                  | 42,0                                   |
| Zn <sup>c</sup> | 17,571 <sup>a</sup>            | 1,2                                   | 3,6                                    | 2,8                                   | 8,4                                    |
| Zn <sup>c</sup> | 13,611 <sup>b</sup>            | 0,90                                  | 2,7                                    | 2,2                                   | 6,6                                    |

a – concentração média considerando todos os peixes analisados (n = 162); b – concentração média considerando apenas os peixes coletados nas lagoas marginais (n = 84); c – para elementos essenciais utilizou-se a % ingestão diária tolerada (%TDI)

**-Peixes Rio+ Lagoa Marginais: não recomendado consumo**  
**não é possível definir sem análise peixe com nível alto**

## **Impacto na Segurança dos Alimentos: Leite**

**Subprojetos 7 +25: coleta de amostras + análise laboratorial**

**-Baixa frequência níveis não conforme As, Cd e Pb**

**-Al e Ba: níveis acima da literatura (65% e 70%,  
respectivamente)**

**-Sem valores de referência**

**- Monitoramento necessário x risco ingestão múltiplas fontes**

## **Impacto na Segurança dos Alimentos: Vísceras**

**Subprojetos 6 +25: coleta de amostras + análise laboratorial**

**-2 bovinos Pb no fígado acima LMT (0,5 mg/kg)**

**-8 das aves domésticas concentrações de Cd e/ou Pb nos rins e fígado acima dos valores permitidos.**

**-Não foram verificados níveis acima dos limites para os demais metais.**

# Impactos na saúde animal e segurança dos alimentos: avaliação geral

- Mortalidade peixes: mortalidades associadas a degradação da qualidade da água.
- Peixes rio/lagoas marginais: risco para consumo populações sensíveis.
- Animais Silvestres e domésticos: casos anormais de metais monitoramento necessário.
- Animais domésticos: fator de risco para eventos mortalidade.



Acesse o site e confira  
todos os materiais na íntegra:  
<http://projetoalumadinho.ufmg.br>