



Número: **1000412-91.2020.4.01.3800**

Classe: **CUMPRIMENTO DE SENTENÇA**

Órgão julgador: **12ª Vara Federal Cível e Agrária da SJMG**

Última distribuição : **08/01/2020**

Valor da causa: **R\$ 2.020.496.894,90**

Processo referência: **1024354-89.2019.4.01.3800**

Assuntos: **Poluição**

Segredo de justiça? **NÃO**

Justiça gratuita? **NÃO**

Pedido de liminar ou antecipação de tutela? **NÃO**

| Partes | Procurador/Terceiro vinculado |
|--|--|
| UNIÃO FEDERAL (EXEQUENTE) | |
| INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS (EXEQUENTE) | |
| INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVACAO DA BIODIVERSIDADE (EXEQUENTE) | |
| AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (EXEQUENTE) | |
| DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUCAO MINERAL (EXEQUENTE) | |
| ESTADO DE MINAS GERAIS (EXEQUENTE) | |
| INSTITUTO MINEIRO DE GESTAO DAS AGUAS (EXEQUENTE) | |
| FUNDACAO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (EXEQUENTE) | |
| ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (EXEQUENTE) | |
| INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HIDRICOS (EXEQUENTE) | |
| AGENCIA ESTADUAL DE RECURSOS HIDRICOS - AGERH (EXEQUENTE) | |
| COMITÊ INTERFEDERATIVO - CIF (TERCEIRO INTERESSADO) | |
| Ministério Público Federal (Procuradoria) (EXEQUENTE) | |
| Ministério Público do Estado de Minas Gerais (Procuradoria) (EXEQUENTE) | |
| INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (REQUERENTE) | |
| INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HIDRICOS (LITISCONSORTE) | |
| SAMARCO MINERACAO S.A. EM RECUPERACAO JUDICIAL (EXECUTADO) | ELIANE CRISTINA CARVALHO TEIXEIRA registrado(a) civilmente como ELIANE CRISTINA CARVALHO TEIXEIRA (ADVOGADO) ROBERTA DANELON LEONHARDT (ADVOGADO) |
| VALE S.A. (EXECUTADO) | SERGIO BERMUDES (ADVOGADO) THAIS VASCONCELLOS DE SA registrado(a) civilmente como THAIS VASCONCELLOS DE SA (ADVOGADO) |

| | |
|--|---|
| BHP BILLITON BRASIL LTDA. (EXECUTADO) | MARIANA GRACIOSO BARBOSA (ADVOGADO) WERNER GRAU NETO (ADVOGADO) ANDRE VIVAN DE SOUZA registrado(a) civilmente como ANDRE VIVAN DE SOUZA (ADVOGADO) |
| FUNDACAO RENOVA (EXECUTADO) | |
| Eixo Prioritário 6 - Medição de performance e acompanhamento (ASSISTENTE) | |
| EDIANIR BONATTI (PERITO) | |
| VICENTE PINHO DE MELLO (PERITO) | |
| FABIO TEODORO GOEBEL (PERITO) | |
| FUNDACAO INSTIT BRAS DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA IBGE (TERCEIRO INTERESSADO) | |
| LUIZ EDUARDO FARIAS VILLAS BOAS (PERITO) | |
| HELIO GUIMARAES DE MESQUITA (PERITO) | |
| MINISTERIO PUBLICO DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO (TERCEIRO INTERESSADO) | |
| ASSOCIACAO DOS PESCADORES E EXTRATIVISTAS DO DEGredo 'ATALINO LEITE DE ARAUJO. (AMICUS CURIAE) | JEAN CRAVEIRO BETTEHER (ADVOGADO) |
| DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO (TERCEIRO INTERESSADO) | |
| VICTOR CARVALHO MORAIS SILVA (PERITO) | |
| FRANCIELE FEDRIZZI (PERITO) | |
| ALESSANDRO HANUCH SABRE NASSER (PERITO) | |
| SERGIO MARTINELLO RAMOS (PERITO) | |
| ANTONIO MANOEL ALVES NETO (PERITO) | |

Documentos

| Id. | Data da Assinatura | Documento | Tipo |
|----------------|---------------------------|--|---------------------|
| 12796 00785 | 18/08/2022 18:09 | Relatório 36_Laudo Pericial da Segurança do Alimento-Pescado | Documentos Diversos |

**Relatório N° 36 – Perito do Juízo, 12ª. Vara da
Justiça Federal Cível e Agrária da SJMG, na Ação
Civil Pública, Processo N° 1000412-
91.2020.4.01.3800****Laudo Pericial da Segurança do Alimento –
Pescado no Rio Doce, foz e região marinha****Sumário**

| | |
|--|-----|
| 1. Introdução | 3 |
| 2. Contextualização sobre a avaliação da segurança | 6 |
| 3. Avaliação da exposição às substâncias químicas por meio do consumo de pescado | 10 |
| 3.1 Abordagem teórica e metodológica – Avaliação da exposição | 11 |
| 3.1.1 Dados de concentração nos alimentos | 11 |
| 3.1.2 Estimativa do consumo de pescado e do peso corpóreo da população residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse | 24 |
| 3.2 Resultados parciais – Avaliação da exposição | 27 |
| 3.2.1 Concentração das substâncias químicas investigadas no pescado | 27 |
| 3.2.2 Estimativa do consumo de pescado e do peso corpóreo da população residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse | 50 |
| 3.2.3 Quantificação da exposição às substâncias químicas investigadas no pescado analisado | 51 |
| 4. Abordagem empregada para avaliação da segurança do alimento | 74 |
| 4.1 Etapa 1 – Identificação do perigo | 75 |
| 4.2 Etapa 2 – Caracterização do perigo | 90 |
| 4.3 Etapa 3 – Avaliação da exposição | 101 |
| 4.4 Etapa 4 – Caracterização do risco | 101 |
| 5. Resultados parciais – Avaliação da Segurança do pescado para consumo humano (caracterização do risco) | 106 |
| 5.1 Substâncias essenciais – Substâncias químicas Tipo 1 | 106 |
| 5.2 Substâncias não essenciais – Substâncias químicas Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4 117 | |
| 5.2.1 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose diária de ingestão | 117 |
| 5.2.2 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão | 121 |
| 5.2.3 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão | 126 |



| | | |
|-------|--|-----|
| 5.2.4 | Margem de exposição (MOE) | 127 |
| 5.2.5 | Quociente de Perigo (HQ oral)..... | 136 |
| 5.3 | Substâncias sem dados para caracterização de risco..... | 140 |
| 5.4 | Resumo dos resultados – avaliação da segurança do pescado..... | 143 |
| 6. | Resumo das conclusões e considerações sobre os resultados da avaliação da segurança do pescado..... | 147 |
| 6.1 | Resumo das substâncias químicas que apresentaram risco..... | 147 |
| 6.2 | Considerações da equipe de perícia sobre os resultados da avaliação da segurança do pescado | 148 |
| 7. | Nexo de causalidade..... | 150 |
| 7.1 | Crêterios e premissas adotados para avaliação do nexo de causalidade | 150 |
| 7.2 | Avaliação do nexo de causalidade..... | 153 |
| 7.3 | Resultados da avaliação do nexo de causalidade entre o rompimento da barragem do Fundão e o pescado analisado..... | 155 |
| 7.3.1 | Arsênio III + V | 155 |
| 7.3.2 | PCB | 156 |
| 7.3.3 | Mercúrio..... | 158 |
| 7.3.4 | Metilmercúrio | 160 |
| 8. | Controle de qualidade | 163 |
| 9. | Objeto específico da perícia..... | 165 |
| 10. | Avaliação do banco de dados pretêritos | 167 |
| 11. | Referências bibliográficas | 178 |
| 12. | Anexos..... | 192 |



1. Introdução

No dia 11 de março de 2020 a AECOM do Brasil Ltda. foi nomeada como perito oficial do juízo, no processo nº 1000412-91.2020.4.01.3800, Classe: Eixo Prioritário nº 6 – Medição da Performance e Acompanhamento, em atendimento à decisão judicial assinada pelo Juiz Federal Dr. Mário de Paula Franco Junior (ID 162081357).

Conforme definido na decisão judicial (ID 162081357), o escopo de trabalho da perícia considera a avaliação da segurança do alimento, direcionada para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, bem como dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce.

O Plano de Trabalho Pericial (ID 247450887 e ID 247450888) foi homologado no dia 03 de julho de 2020, de acordo com o documento do processo judicial ID 270400351. De forma sumarizada, as atividades inicialmente propostas pela perícia envolvem 4 etapas de trabalho:

- Etapa 1 – Revisão teórica: Organização e revisão teórica do banco de dados pretéritos. Classificação dos documentos juntados no processo judicial, entre técnicos e jurídicos, para posterior avaliação. Levantamento de informações técnicas relevantes e determinação dos critérios técnicos para a avaliação da Etapa 2A;
- Etapa 2A – Validação dos dados: Análise baseada em critérios técnicos, para a validação (ou não) do banco de dados pretéritos;
- Etapa 2B – Contraprova: Realização de amostragem e coleta em campo, bem como análise em laboratório de amostras não validadas na Etapa 2A;
- Etapa 3 – Coleta, controle e análise: Realização de diagnóstico da área de interesse para o levantamento de informações locais e mapeamento da necessidade de amostragem de novas amostras. Realização de amostragens e coletas em campo, bem como análises em laboratório de alimentos. Processamento de novos dados e consolidação da Base de Dados Validados pela equipe da perícia;
- Etapa 4 – Resultado: Realização de cálculos direcionados para a comprovação da segurança do alimento para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, e dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce.

As etapas 1 e 2A foram concluídas e seus resultados foram apresentados no Relatório nº 4 – Relatório Final das Etapas 1 e 2A (ID 498168877). Após a conclusão das Etapas 1 e 2A, a realização da Etapa 2B não mais se justificava tecnicamente, e a referida etapa foi cancelada do Plano de Trabalho Pericial, conforme explicitado no Relatório 4 (ID 498168877).

O Relatório nº 9 – Resposta à decisão judicial ID 712180025 e à manifestação das Empresas ID 537587400 (ID 753593990) apresentou informações complementares acerca das etapas 1 e 2A.

A Etapa 3 foi iniciada em agosto de 2021 e foi desenvolvida conforme o plano de trabalho detalhado previamente apresentado no Relatório nº 5 – Planejamento detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo MM. Juiz Federal Dr. Mario de Paula Franco Junior no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852). No Relatório nº 6 – Resposta Decisão Judicial 605015852 (ID 685275970) foram apresentadas informações complementares relacionadas às estratégias metodológicas adotadas.

O avanço das atividades da Etapa 3 vem sendo apresentado mensalmente por meio de dois relatórios periódicos e específicos. Um dos relatórios apresenta o desenvolvimento das atividades de diagnóstico da área de interesse (Etapa 3A) e o outro relatório apresenta o progresso das atividades em relação a coleta de alimentos e análises das substâncias químicas (Etapa 3B).



O diagnóstico da área de interesse tem duas funções principais: a identificação e caracterização dos estabelecimentos agropecuários e de empreendimentos aquícolas que fazem uso da água dos corpos hídricos afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação, dessedentação animal e manutenção de tanques de cultivo de pescado, bem como a caracterização de aspectos físicos (altura, peso, sexo, idade etc.) da população e de seus hábitos de consumo de alimentos.

O levantamento das informações da área de interesse está sendo realizado por aerolevanteamento fotográfico e mapeamento dos usos do solo, pela aplicação de aplicação de Questionário Agropecuário (QA) e pela aplicação de Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA).

A aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA), cujos dados serão utilizados na avaliação da segurança do alimento, foi finalizada em abril de 2022, como explicitado no Relatório nº 26 – Relatório de avanço das atividades de campo – Etapa 3A (maio de 2022) (ID 1093615780).

Os resultados da avaliação do QQFA pertinentes ao cálculo da segurança do pescado foram apresentados no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258).

A coleta de alimentos e as análises laboratoriais das substâncias químicas, prevista na Etapa 3B, tem o objetivo de fornecer informações sobre o teor das substâncias químicas investigadas nos alimentos foco desta perícia para a avaliação da segurança do alimento na área de interesse, conforme descrito no Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e em atendimento à decisão judicial do dia 06 de julho de 2021 (ID 605015852).

As atividades de coleta e geração de amostras de pescados e análise do pescado foram finalizadas em janeiro de 2022 e abril de 2022, respectivamente, conforme apresentado no Relatório nº 20 (ID 936318690) e no Relatório nº 24 (ID 1031802794). Desta forma, foi iniciado o desenvolvimento da Etapa 4 do plano de trabalho (realização de cálculos direcionados para a comprovação da segurança), especificamente para o pescado.

Este documento tem como objetivo principal apresentar os resultados da avaliação da segurança do alimento, focada no consumo do pescado do rio Doce, considerando as suas porções dulcícola e estuarina, e a região marinha, as quais foram caracterizadas no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo MM. Juiz Federal Dr. Mario de Paula Franco Junior no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

A equipe de perícia ressalta que a Etapa 3 ainda está em desenvolvimento (no que se refere à coleta e análise de produtos agropecuários). Deste modo, este relatório apresenta a avaliação da segurança que foi realizada exclusivamente para o grupo **pescado**. Neste sentido, a avaliação da exposição decorrente do consumo total dos alimentos, foco desta perícia, só poderá ser completada quando da conclusão total da Etapa 3. As considerações parciais sobre a segurança do alimento pescado são apresentadas neste relatório.

Este documento está dividido em 9 seções principais, que englobam:

- Contextualização sobre a avaliação da segurança do pescado consumido: apresentação de informações e definições importantes para o entendimento da avaliação da segurança do pescado;
- Avaliação da exposição às substâncias químicas por meio do consumo de pescado: apresentação da abordagem da avaliação da exposição e dos resultados dos dados levantados na Etapa 3 necessários à avaliação da exposição e, conseqüentemente, ao cálculo da segurança do alimento;



- Abordagem empregada para avaliação da segurança do alimento: detalhamento das informações teóricas e metodológicas empregadas para a avaliação da segurança do alimento;
- Resultados parciais da avaliação da segurança do pescado oriundo do rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a sua foz e região marítima no Estado do Espírito Santo;
- Resumo das conclusões e considerações sobre os resultados da avaliação da segurança do pescado;
- Nexo de causalidade: averiguação da segurança do pescado em face do rompimento da barragem de Fundão;
- Controle de qualidade: descrição do acompanhamento das atividades de campo pela equipe de perícia;
- Objeto da perícia: apresentação dos resultados do objeto da perícia de acordo com a decisão judicial ID 162081357;
- Avaliação do banco de dados pretéritos: comparação entre os dados de concentração de substâncias químicas validados na Etapa 2A e os dados obtidos neste trabalho de perícia.



2. Contextualização sobre a avaliação da segurança

O escopo desta perícia considera a avaliação da segurança do alimento, direcionada para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a sua foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, e dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce. A segurança do alimento se refere a todos os perigos, crônicos ou agudos, que podem tornar os alimentos prejudiciais à saúde do consumidor (FAO; WHO, 2003).

Neste capítulo, serão apresentadas informações e definições importantes para o entendimento de como foi desenvolvida a avaliação da segurança do alimento (pescado).

Para a avaliação da segurança do alimento, inicialmente foi consolidada uma lista das substâncias químicas a serem investigadas (Tabela 1) e determinadas as espécies alvo de pescado a serem analisadas (Anexo 1). O pescado é composto por espécies alvo de peixes e crustáceos.

O detalhamento metodológico utilizado para o levantamento das substâncias químicas investigadas e os critérios adotados para a definição das espécies de pescado analisadas foram apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª Vara Federal Cível e Agrária da SJMG no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

Os critérios adotados para a consolidação das substâncias químicas investigadas foram apresentados no Relatório nº 6 – Resposta à decisão judicial ID 605015852 (ID 685275970).

| Substâncias Químicas | | | | |
|----------------------|------------|-------------------------|---------------------|--------------------|
| Tipo 1 | | Tipo 2 | Tipo 3 | Tipo 4 |
| Alumínio | Magnésio | Metilmercúrio | 2,4,5-Triclorofenol | Aldrin |
| Antimônio | Manganês | Mercúrio | 2,4,6-Triclorofenol | Dieldrin |
| Arsênio | Mercúrio | Arsênio inorgânico III | Diclorometano | Endrin |
| Bário | Molibdênio | Arsênio inorgânico V | Etilbenzeno | HCH total |
| Berílio | Níquel | Ácido monometilarsônico | Fenol | HCH-gama (Lindano) |
| Boro | Nitrogênio | Ácido dimetilarsínico | Tolueno | PCB |
| Cádmio | Potássio | Arsenobetaína | Acrilamida | Glifosato |
| Cálcio | Prata | Arsênio | Cianeto | Acefato |
| Chumbo | Selênio | Cromo III | | Atrazina |
| Cobalto | Silício | Cromo VI | | Clorpirifós |
| Cobre | Sódio | Cromo | | |
| Cromo | Tálio | | | |
| Enxofre | Titânio | | | |
| Estanho | Urânio | | | |
| Ferro | Vanádio | | | |
| Fósforo | Zinco | | | |
| Lítio | | | | |

Tabela 1. Lista das substâncias químicas consolidadas.



Conforme apresentado no Relatório nº 6 – Resposta à decisão judicial ID 605015852 (ID 685275970), a definição e agrupamentos dos tipos de substâncias químicas são apresentados a seguir:

- Substâncias químicas do Tipo 1: Substâncias químicas inorgânicas diretamente associadas ao rejeito armazenado na barragem de Fundão;
- Substâncias químicas do Tipo 2: Especiação de metais e de semimetal pertencentes às substâncias químicas do Tipo 1;
- Substâncias químicas do Tipo 3: Substâncias químicas orgânicas, encontradas no rejeito de Fundão e utilizadas no beneficiamento do minério de ferro da Samarco;
- Substâncias químicas do Tipo 4: Substâncias químicas orgânicas passíveis de terem sido remobilizadas com a passagem da onda de rejeitos, dado o histórico de uso e ocupação do solo na área de interesse.

O Plano de Trabalho Pericial (ID 247450887 e ID 247450888), homologado no dia 03 de julho de 2020 (ID 270400351), apresentou a metodologia de comparação entre os resultados das concentrações encontradas nos alimentos com os padrões legais, para que as substâncias químicas de interesse fossem definidas.

O levantamento de padrões legais aplicáveis foi realizado tanto em âmbito nacional quanto internacional. No âmbito nacional, as legislações vigentes foram consultadas a partir das referências mencionadas pela biblioteca de alimentos, no portal da ANVISA, endereço www.gov.br/ANVISA, menu Assuntos > Alimentos > Legislação vigente (ANVISA, 2021a).

Entre as legislações vigentes no Brasil, a Instrução Normativa ANVISA (IN) nº 88, de 26 de março de 2021, estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, dos quais os limites estabelecidos para arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) podem ser aplicados para fins de comparação com as concentrações encontradas no pescado foco desta perícia (ANVISA, 2021d).

Na Tabela 2 são apresentados os Limites Máximos Tolerados (LMT) de arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) estabelecidos para o pescado no Brasil.

A equipe de perícia salienta que, especificamente para o mercúrio, o grupo peixes foi subdividido em predadores e não predadores, a fim de permitir a verificação de potenciais excedências desta substância química em ambos os grupos de peixes, conforme preconizado pela Instrução Normativa (IN) ANVISA/DC nº 88 de 26/03/2021.

| Substância | Alimento | LMT | Unidade |
|------------|---|------|---------|
| Arsênio | Crustáceos | 1,00 | mg/kg |
| | Peixes crus, congelados ou refrigerados | 1,00 | mg/kg |
| Cádmio | Crustáceos | 0,50 | mg/kg |
| | Peixes crus, congelados ou refrigerados | 0,05 | mg/kg |
| Chumbo | Crustáceos | 0,50 | mg/kg |
| | Peixes crus, congelados ou refrigerados | 0,30 | mg/kg |
| Mercúrio | Crustáceos | 0,50 | mg/kg |
| | Peixes predadores | 1,00 | mg/kg |
| | Peixes, exceto predadores | 0,50 | mg/kg |

Tabela 2. Limites Máximos Tolerados (LMT) de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio estabelecidos para o pescado no Brasil (Fonte: ANVISA, 2021d).



A Instrução Normativa (IN) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nº 20, de 26 de julho de 2018, estabelece os limites de referência ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de contaminantes em peixe de captura, peixe de cultivo, camarão de cultivo e crustáceos de captura. Dos contaminantes constantes nesta instrução normativa há limites de referência para arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg), para todas estas matrizes. Os valores dos LMT são os mesmo que os estabelecidos pela IN nº 88/2021 da ANVISA. A IN nº 20/2018 do MAPA, também dispõe de limites de referência para aldrin (15 $\mu\text{g}/\text{kg}$), endrin (15 $\mu\text{g}/\text{kg}$), acefato (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$) e clorpirifós (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$) especificamente para peixe de cultivo. Os demais limites constantes na norma não se aplicam as substâncias químicas investigadas pela perícia (MAPA, 2018).

Conforme preconizado pela ANVISA, “*caso um alimento não possua limites máximos definidos no Brasil, podem ser adotados os limites estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas, como Codex Alimentarius e os regulamentos da União Europeia. No entanto, se também não existir limite especificado nestas referências, não se admite a presença do contaminante no alimento específico*” (ANVISA, 2021b).

Os limites estabelecidos pelo Codex Alimentarius, União Europeia, Estados Unidos e Canadá foram consultados a fim de complementar a lista dos limites máximos tolerados.

A União Europeia dispõe de limites máximos (Commission Regulation (EU) nº 1259/2011) para o somatório de PCB 28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 e PCB180 no pescado (EU, 2011), que são os congêneres avaliados pela equipe de perícia. Os limites máximos estabelecidos para o somatório dos PCB são de 75 ng/g para peixes marinhos e crustáceos no geral, e de 125 ng/g para peixes de água doce. Para as demais substâncias químicas, sem limites máximos definidos em âmbito nacional, não foram encontrados os limites máximos no âmbito internacional.

A equipe de perícia ressalta que a legislação brasileira está em consonância com a legislação internacional, e que muitos países adotam medidas de boas práticas para manter os níveis das substâncias químicas consideradas contaminantes em alimentos tão baixos quanto possíveis, e nestes casos, muitos países não adotam parâmetros legais e sim recomendações.

Conforme descrito no Plano de Trabalho Pericial (ID 247450887 e ID 247450888), homologado no dia 03 de julho de 2020 (ID 270400351), uma Substância Química de Interesse (SQI) é aquela que apresenta concentrações acima dos Padrões Legais Aplicáveis para um alimento. Tendo em vista que não há padrão legal aplicável para 54 das 59 substâncias químicas analisadas no pescado investigado, a comparação com limites legais não pode ser utilizada como critério para inserção de substâncias químicas na avaliação da segurança. Neste sentido, o termo “Substâncias Químicas de Interesse (SQI)” não será empregado pela equipe de perícia neste relatório.

Conforme a ANVISA, quando o limite legal de uma substância química em um alimento é extrapolado, o alimento não deve ser destinado ao consumo humano (ANVISA, 2021c). Para os casos que as concentrações de substâncias químicas atendam aos respectivos limites legais, e dado que desta forma o alimento pode ser destinado ao consumo humano, a avaliação da segurança do alimento deve ser realizada considerando os riscos decorrente do consumo deste alimento.

Para as cinco substâncias (arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio e PCB) que possuem limites máximos tolerados estabelecidos para o pescado, e para as quatro (aldrin, endrin, acefato e clorpirifós) que possuem limites de referência estabelecidos para peixe de cultivo, a comparação com os limites legais será realizada com o objetivo de verificar a conformidade ou desconformidade deste alimento em relação à lei, além da avaliação da segurança do alimento. De forma geral, entende-se que, quanto maior a excedência dos limites legais, maior seja o comprometimento do valor da segurança e/ou maiores os riscos.



Para as substâncias químicas (exceto nutrientes) que não possuem limites máximos toleráveis estabelecidos pelas agências regulamentadoras em âmbito nacional e internacional, a equipe de perícia irá identificar aquelas substâncias químicas presentes no alimento, conforme o preconizado pela ANVISA (2021b).

As informações teóricas, o detalhamento metodológico e os resultados da avaliação da exposição são apresentados no item 3 deste documento.

A avaliação da exposição às substâncias químicas indicadas na Tabela 1 foi realizada a partir dos dados obtidos por meio da aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar – QQFA (Etapa 3A) e da avaliação da concentração de todas as substâncias químicas investigadas nos alimentos analisados (Etapa 2B).

Uma vez determinada a exposição às substâncias químicas investigadas, a segurança do alimento pode ser inferida por meio da avaliação do risco. A definição do risco decorre da multiplicação do perigo pela exposição. As informações teóricas e o detalhamento metodológico referentes à avaliação da segurança do alimento são apresentados no item 4 deste documento.



3. Avaliação da exposição às substâncias químicas por meio do consumo de pescado

A avaliação da exposição a produtos químicos em alimentos pode ser descrita como a avaliação qualitativa e/ou quantitativa da provável ingestão de agentes químicos por meio de alimentos (WHO, 2009).

Tipicamente, os estudos toxicológicos realizados para examinar os efeitos adversos à saúde decorrentes do consumo de uma substância química presente na dieta são concluídos após um longo tempo de observação (vários meses ou uma parte substancial da vida útil dos organismos teste). Os efeitos adversos observados durante os estudos de avaliação de toxicidade crônica geralmente surgem após o emprego de doses baixas e uma exposição prolongada à substância em estudo. A exposição a substâncias químicas presentes em alimentos é comparável ao observado nestes tipos de teste (WHO, 2009).

Portanto, tradicionalmente, para substâncias químicas presentes em alimentos, é considerada a exposição crônica. Recentemente, a avaliação decorrente da exposição aguda passou a ser considerada por órgãos da área de alimentos, porém este tipo de avaliação ainda está limitado a contextos específicos. Com base na literatura consultada e no escopo deste trabalho, a equipe de perícia optou por realizar uma avaliação da segurança do alimento considerando uma situação de exposição crônica.

As informações obtidas a partir da exposição crônica devem ser comparadas aos valores de orientação referentes a este tipo de exposição (longo prazo). A exposição alimentar a um determinado contaminante pode ser calculada a partir da fórmula geral apresentada a seguir (ANVISA, 2019a):

$$\text{Exposição} = \frac{\Sigma(\text{Concentração do contaminante químico presente no alimento} \times \text{Consumo do alimento})}{\text{Peso corpóreo}}$$

Onde a exposição deve ser calculada considerando o consumo dos alimentos que compõem a dieta, incluindo água e suplementos (WHO, 2009). A equipe de perícia salienta que, com base na decisão judicial (ID 162081357), a exposição por ingestão do alimento foi calculada considerando apenas os alimentos que estão no escopo desta perícia. No contexto específico deste relatório, a exposição às substâncias químicas por ingestão foi avaliada apenas para o grupo pescado. Tal particularidade requer uma interpretação cuidadosa dos resultados, uma vez que os consumidores são expostos a outras possíveis fontes de contaminantes que não apenas os alimentos foco desta perícia.

O cálculo da exposição pode ser realizado a partir de um modelo determinístico. Neste tipo de modelo, valores numéricos pontuais são utilizados para avaliar a exposição a contaminantes. Os delineamentos deterministas são empregados na avaliação dos riscos químicos decorrentes da exposição crônica a substâncias químicas presentes em alimentos (OPAS; WHO, 2008).

A ANVISA preconiza que uma avaliação determinística e conservadora seja realizada para inferência sobre a segurança de um alimento (ANVISA, 2019a). Portanto, valores numéricos pontuais para os dados de consumo, concentração e peso corpóreo devem ser empregados. A abordagem conservadora emprega premissas que protejam o maior número de indivíduos possível, a fim de que o resultado seja protetivo para o maior número de pessoas.

Para os valores de concentração, os valores médios são os que melhor representam a exposição crônica (WHO, 2009). Da mesma forma, os valores médios também são empregados para o peso (kg) (WHO, 2009). Caso o alimento não seja considerado seguro após uma abordagem conservadora, a realização de avaliações adicionais pode ser necessária.



3.1 Abordagem teórica e metodológica – Avaliação da exposição

3.1.1 Dados de concentração nos alimentos

Os dados de concentração nos alimentos foram obtidos pela equipe de perícia por meio da avaliação direta das concentrações das substâncias químicas investigadas no pescado durante o desenvolvimento da Etapa 3B.

As informações relacionadas à coleta e amostragem do pescado foram apresentadas no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª Vara Federal Cível e Agrária da SJMG no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852). Alguns dos elementos apresentados naquele relatório serão retomados e mais detalhados a seguir, de forma a permitir a compreensão das metodologias e cálculos utilizados pela equipe de perícia, bem como as referências adotadas em cada caso.

O desenvolvimento da atividade de coleta, amostragem e análise de pescados consta nos relatórios mensais de avanço das atividades de campo juntados pela perícia ao processo judicial (Relatório nº 8 (ID 743318982), Relatório nº 11 (ID 784216467), Relatório nº 14 (ID 826540550), Relatório nº 16 (ID 866342089), Relatório nº 18 (ID 934539663), Relatório nº 20 (ID 936318690) e Relatório nº 22 (ID 985567702)).

3.1.1.1 Concentração dos pescados monitorados na bacia do rio Doce, sua Foz e região marítima no Espírito Santo e áreas controle, bem como em ambientes de cultivo

Para a coleta de pescados, a equipe de perícia considerou as três distintas porções da bacia do rio Doce e sua área de influência com relação ao rompimento da barragem de Fundão, ou seja, as regiões dulcícola, estuarina e marinha. Em cada uma dessas regiões, foram determinados pontos de amostragem para a coleta de espécies alvo em áreas afetadas pelo evento do rompimento da barragem de Fundão (área de interesse) e em áreas controle. Adicionalmente, foi definida a amostragem de espécies cultivadas em propriedades rurais.

Os critérios de seleção e as definições dos locais de amostragem foram apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no Relatório nº 6 – Resposta à decisão judicial ID 605015852 (ID 685275970).

Na porção dulcícola, foram realizados esforços de coleta em 20 áreas de amostragem na área de interesse, igualmente distribuídas entre quatro seções delimitadas pela presença de usinas hidrelétricas (UHE Risoleta Neves, UHE Baguari e UHE Aimorés). Adicionalmente, foram amostradas quatro áreas controle, sendo uma para cada seção desta região. A Figura 1 a seguir apresenta a segmentação das áreas de amostragem de pescado distribuídas na região dulcícola para a área de interesse e para as áreas controle.

Nas regiões marinha e estuarina, foram coletadas 11 e 5 áreas de amostragem na área de interesse, respectivamente. Ainda, foram amostradas duas áreas controle para a região marinha e outras duas áreas controle para a região estuarina. Na Figura 2 a seguir são apresentadas as áreas de amostragem de pescado distribuídas nas regiões estuarina e marinha, bem como as respectivas áreas controle.

A equipe de perícia destaca que durante o desenvolvimento da atividade de pesca, esforços adicionais de coleta foram direcionados para a região da foz do rio Doce (porção marinha) (ponto M11), de forma a aumentar e otimizar o esforço de pesca e a captura de organismos em áreas com maior produtividade nas áreas de interesse da região marinha, considerando o conhecimento e práticas de pescadores locais.



Para os ambientes de cultivo de aquicultura foram amostrados 10 locais de coleta. A Figura 3 a seguir apresenta os locais de coleta em propriedades rurais. Os pontos de coleta de cultivos foram obtidos a partir da aplicação do Questionário Agropecuário, cujos resultados completos serão apresentados posteriormente em relatório final de diagnóstico da área de interesse. As áreas controle do ambiente dulcícola foram utilizadas como controle dos ambientes de cultivo, uma vez que as propriedades selecionadas para compor o estudo foram aquelas que realizavam o abastecimento de seus tanques de manutenção dos organismos a partir da água do rio Doce.



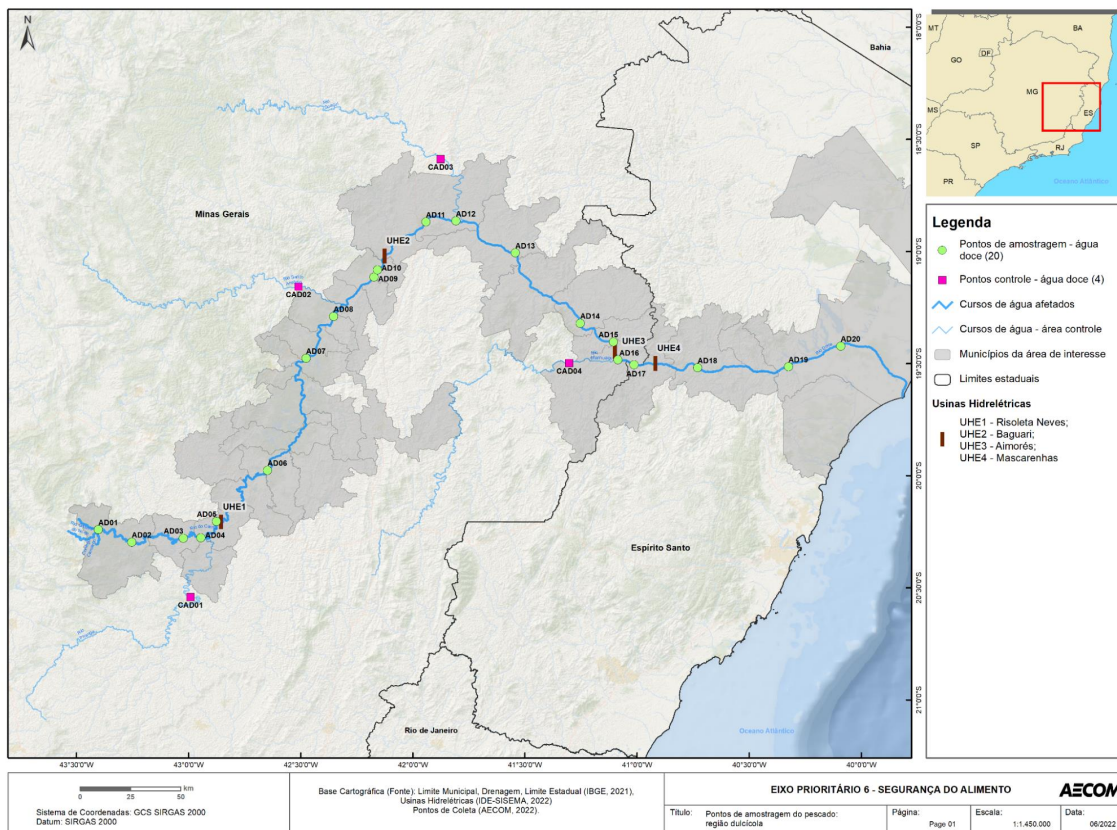


Figura 1. Segmentação das áreas de amostragem de pescado distribuídas na região dulcícola.



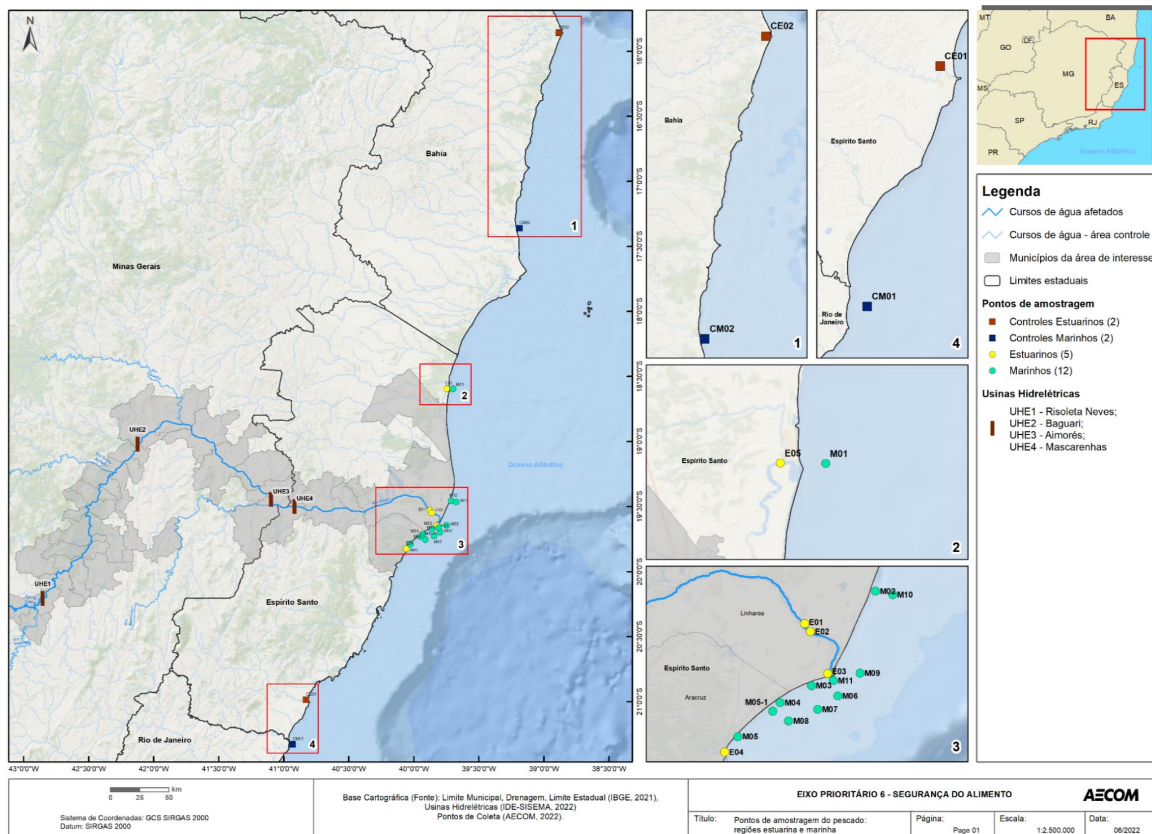


Figura 2. Áreas de amostragem de pescado distribuídas nas regiões estuarina e marinha.



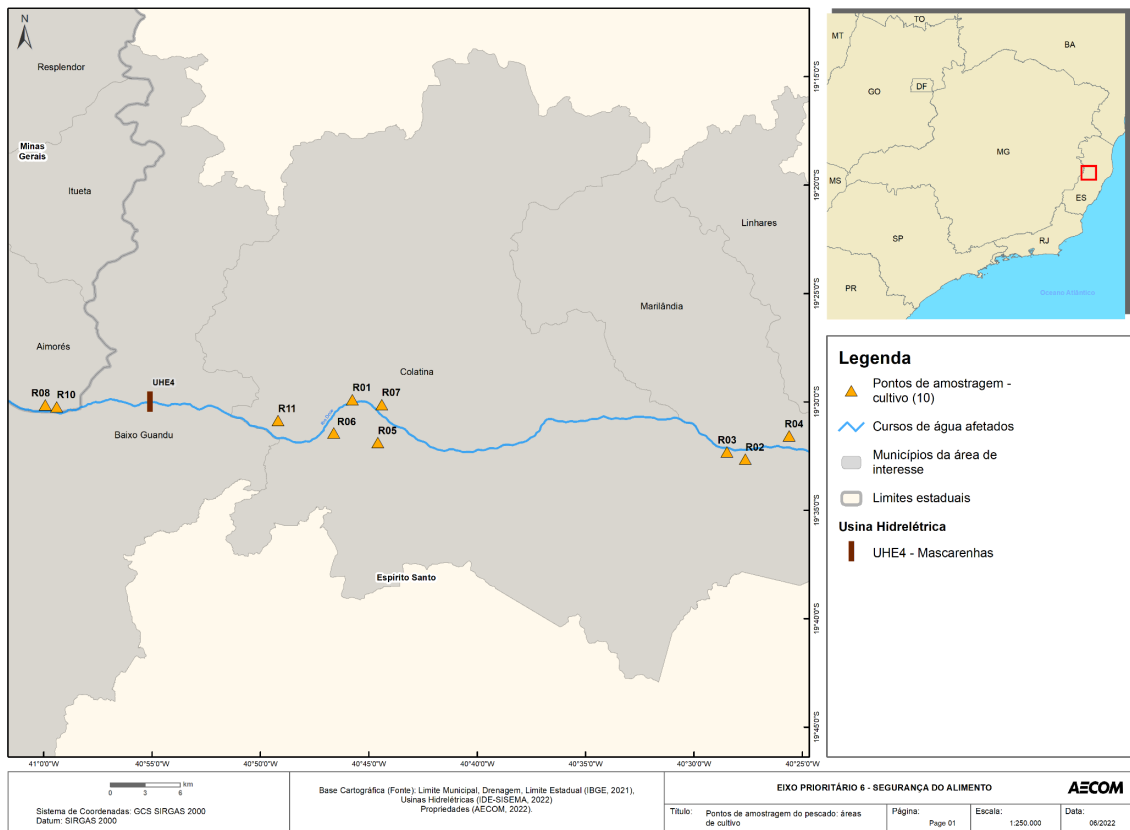


Figura 3. Locais de coleta de cultivos.



Os critérios de seleção e captura das espécies alvo foram apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª Vara Federal Cível e Agrária da SJMG no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

A atividade de captura para coleta de espécies alvo foi realizada mediante a emissão da Autorização de Captura nº 6/2021-COBIO/CGBIO/DBFLO, emitida em 14 de setembro de 2021. A coleta de espécies alvo foi realizada de forma a viabilizar a obtenção de amostras representativas das áreas avaliadas (considerando toda a sua extensão e particularidades locais) em termos numéricos de captura. As espécies alvo selecionadas e capturadas para a análise de concentrações de substâncias químicas em pescados estão apresentadas no Anexo 1.

Os espécimes coletados deram origem a amostras simples e compostas, a depender do tipo da substância química investigada. Amostras simples foram geradas, sempre que possível, para análise de substâncias químicas do Tipo 1 (SQ 1), a fim de que cada espécime representasse uma repetição independente da concentração das substâncias investigadas nos tecidos comestíveis, dentro de cada unidade espacial que estava sendo caracterizada. As amostras compostas, cujo resultado analítico representa a concentração média obtida a partir de um conjunto de espécimes, foram geradas para análises de substâncias químicas do Tipo 1 (quando os espécimes não continham massa suficiente para a geração de uma amostra individual) e dos Tipos 2, 3 e 4.

As amostras compostas obtidas para análise das substâncias químicas do Tipo 1 foram formadas pelo agrupamento de espécimes de uma mesma espécie coletados em cada ponto de amostragem.

As amostras compostas destinadas às análises das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 foram obtidas a partir da junção de tecidos de espécimes de uma mesma espécie coletados em seções de cada região amostrada. Nos ambientes de água doce, as amostras compostas foram formadas a partir do agrupamento dos tecidos de organismos coletados no interior de cada uma das quatro seções de amostragem do rio Doce. Na região estuarina, as amostras compostas foram formadas pelo agrupamento de espécimes coletados em todos os pontos de coleta. Na região marinha, as amostras compostas foram formadas pelo agrupamento dos espécimes coletados ao longo dos pontos marinhos amostrados em cada semana de atividade.

A geração de amostras simples ou compostas levou em consideração limitações analíticas (número de substâncias químicas investigadas, diferenças das propriedades físico-químicas entre elas e demanda de massa para as diferentes análises a serem realizadas) e a logística de coleta.

A equipe de perícia ressalta que, devido a particularidades técnicas, as amostras para análises de substâncias químicas voláteis (etilbenzeno, tolueno e diclorometano), contidas no grupo de substâncias químicas do tipo 3, são geradas separadamente das demais amostras para análise das substâncias químicas dos tipos 2, 3 e 4.

Para análise da concentração das substâncias químicas investigadas no pescado foram analisados os tecidos comestíveis crus, de acordo com o objetivo de cada análise. Na Tabela 3 estão apresentados os tecidos analisados para cada tipo (grupo) de substâncias.



| Substância química | Peixes | Crustáceos braquiúros (sirís) | Crustáceos peneídeos (camarões) |
|---|--|---|--|
| Tipo 1 | Musculatura lateral do corpo do organismo (sem pele, sem escamas, sem vísceras) | Musculatura dos apêndices locomotores e da região de inserção desses apêndices na cavidade abdominal (sem vísceras, sem carapaça) | Musculatura abdominal (sem cabeça, sem carapaça) |
| Tipos 2, 3 e 4 (exceto substâncias químicas voláteis) | Musculatura lateral do corpo do organismo e pele aderida (sem escamas, sem vísceras) | | |
| Substâncias químicas voláteis (Tipo 3) | Musculatura lateral do corpo do organismo (sem pele, sem escamas, sem vísceras) | | |

Tabela 3. Tecidos quimicamente analisados para cada grupo de pescado e grupo de substâncias químicas avaliadas (Fonte: Adaptado USEPA, 2000).

Para a análise das substâncias químicas do Tipo 1 e das substâncias químicas voláteis, foram analisados tecidos da musculatura lateral, sem pele, de peixes; tecidos musculares de crustáceos braquiúros (sirís) obtidos das patas e da região de inserção desses apêndices na cavidade corporal; e o tecido muscular obtido pela exclusão do cefalotórax e retirada do exoesqueleto (casca) dos crustáceos peneídeos (camarões). No caso dos peixes, a pele foi retirada em decorrência de serem reportadas reduções na concentração de mercúrio em filés de peixes com pele (GUTENMANN; LISK, 2007), tendo em vista que esse elemento tende a se associar ao tecido muscular.

Para a análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 (com exceção das substâncias químicas voláteis) e 4 foram utilizados tecidos da musculatura lateral, com pele, de peixes, e os mesmos demais tecidos supracitados para os invertebrados. A escolha da manutenção da pele para a análises dessas substâncias decorre de evidências de que a concentração de substâncias lipofílicas orgânicas pode ser reduzida pela retirada da pele (ZABIK et al., 1995; ZANG et al., 2013).

Os demais detalhes metodológicos da amostragem do pescado foram apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª Vara Federal Cível e Agrária da SJMG no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

Para a discussão dos resultados e avaliação da segurança do alimento, o pescado foi subdividido nos grupos peixes e crustáceos. Os peixes, por sua vez, foram subdivididos em predadores e não predadores, conforme previamente explicado no item 2 deste documento.

As amostras de pescado foram analisadas de acordo com os métodos analíticos apresentados no item 3.1.1.2 deste documento. Para o cálculo da exposição foram utilizadas as concentrações médias das substâncias químicas verificadas no pescado.

Tradicionalmente, o valor médio da concentração de uma substância química verificada no alimento é utilizado no cálculo da avaliação da exposição crônica, pois se assume que a concentração média representa a média, de longo prazo, das concentrações realmente encontradas nos alimentos (WHO, 2009).

Cabe ressaltar que para o cálculo da exposição crônica às substâncias químicas utilizadas como agrotóxicos, a equipe de perícia utilizou o método determinístico, análogo ao cálculo preconizado pela Resolução RDC/ANVISA nº 295/2019. Além disso, em relação a estes compostos, os produtos de degradação e/ou biotransformação no meio ambiente não foram monitorados.



Para a avaliação da concentração dos PCB, a equipe de perícia utilizou a metodologia apresentada em JECFA, 2016; EFSA, 2005^a, ou seja, a concentração média foi obtida após o somatório dos 6 indicadores de PCB monitorados para cada amostra individualmente, multiplicando-se o somatório por um fator igual a 2 (referente à extrapolação dos 6 congêneres não semelhantes a dioxinas para PCB não semelhante a dioxina total). Em resumo: concentração de PCB não semelhante a dioxina total = [(Conc. PCB 28 + Conc. PCB 52 + Conc. PCB 101 + Conc. PCB 138 + Conc. PCB 153 + Conc. PCB 180) x 2].

3.1.1.2 Métodos analíticos e limites empregados

O limite de detecção (LD) refere-se à menor quantidade da substância presente em uma amostra que pode ser detectada, porém não necessariamente quantificada, sob as condições experimentais estabelecidas (ANVISA, 2017).

O limite de quantificação (LQ) é a menor quantidade da substância química presente em uma amostra que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis sob as condições experimentais estabelecidas (ANVISA, 2017).

Os limites (quantificação e detecção) dos métodos destinados a medir as concentrações de contaminantes em alimentos (tanto em base crua quanto na forma como consumida) devem ser tão baixos quanto possíveis (WHO, 2009).

Segundo a ANVISA “a legislação brasileira não estabelece metodologias que devem ser utilizadas para verificar o atendimento aos limites dos contaminantes em alimentos, devendo ser aplicadas metodologias validadas e que seguem os critérios de desempenho estabelecidos pelo Codex Alimentarius, de acordo com o artigo 11 da RDC n. 487/2021” (ANVISA^b, 2021).

O artigo 11 da Resolução RDC/ANVISA nº 487/2021 informa que as metodologias utilizadas devem atender aos critérios de desempenho estabelecidos pela versão mais atual do Manual de Procedimentos do Codex Alimentarius (ANVISA^c, 2021), no caso a 27ª edição, de 2019 (FAO; WHO, 2019).

Em relação aos valores numéricos, os limites de detecção e quantificação especificados pelo Codex Alimentarius consideram a existência de limites legais, nomeados pelo Codex Alimentarius de limites máximos (LM). Portanto, para as substâncias que possuem limites máximos maiores ou iguais a 0,1 mg/kg o limite de detecção do método (LOD) deve ser menor ou igual a 1/10 do LM, enquanto para as substâncias que possuem limites máximos inferiores a 0,1 mg/kg, o limite de detecção do método (LOD) deve ser menor ou igual a 1/5 do limite máximo (FAO; WHO, 2019).

Para o limite de quantificação, os valores devem ser estabelecidos a partir das seguintes premissas: se o limite máximo for maior ou igual a 0,1 mg/kg o limite de quantificação do método (LOQ) deve ser menor ou igual a 1/5 do referido limite, e se o limite máximo for inferior a 0,1 mg/kg, o limite de quantificação do método (LOQ) deve ser menor ou igual a 2/5 do limite máximo (FAO; WHO, 2019).

A FAO recomenda que os limites do método sejam tão baixos quanto possíveis (WHO, 2009), isto significa que uma ponderação entre a capacidade analítica existente no âmbito internacional e aquela disponível no Brasil deve ser realizada.

A seguir, na Tabela 4, na Tabela 5, na Tabela 6 e na Tabela 7, são apresentados os métodos analíticos, os limites de detecção e quantificação, e as fontes dos métodos e validação para cada substância química analisada, desenvolvidos pelo laboratório especializado contratado pela equipe de perícia, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).



| Elemento | Método | LOQ IPT (mg/kg) | LOD IPT (mg/kg) | Fonte Método | Fonte Validação |
|-----------------|---------|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| Alumínio (Al) | ICP-MS | 0,8 | 0,24 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Antimônio (Sb) | ICP-MS | 0,05 | 0,015 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Arsênio (As) | ICP-MS | 0,035 | 0,011 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Bário (Ba) | ICP-MS | 0,03 | 0,01 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Berílio (Be) | ICP-MS | 0,0002 | 0,00006 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Boro (B) | ICP-MS | 0,89 | 0,27 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Cádmio (Cd) | ICP-MS | 0,002 | 0,0006 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Cálcio (Ca) | ICP-OES | 5 | 2 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Chumbo (Pb) | ICP-MS | 0,01 | 0,003 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Cobalto (Co) | ICP-MS | 0,005 | 0,001 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Cobre (Cu) | ICP-MS | 0,03 | 0,001 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Crômio (Cr) | ICP-MS | 0,89 | 0,27 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Enxofre (S) | ICP-OES | 830 | 250 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Estanho (Sn) | ICP-MS | 0,052 | 0,016 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Ferro (Fe) | ICP-OES | 0,73 | 0,22 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Fósforo (P) | ICP-OES | 160 | 50 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Lítio (Li) | ICP-MS | 0,006 | 0,0017 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Magnésio (Mg) | ICP-OES | 3 | 0,6 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Manganês (Mn) | ICP-MS | 0,031 | 0,00009 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Mercúrio (Hg) | ICP-MS | 0,027 | 0,00008 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Molibdênio (Mo) | ICP-MS | 0,005 | 0,001 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |



| Elemento | Método | LOQ IPT (mg/kg) | LOD IPT (mg/kg) | Fonte Método | Fonte Validação |
|------------------|----------|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| Níquel (Ni) | ICP-MS | 0,04 | 0,01 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Nitrogênio total | Kjeldahl | 710 | 210 | AOAC/SMPR / BS-EN 13804:2013 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Potássio (K) | ICP-OES | 550 | 170 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Prata (Ag) | ICP-MS | 0,003 | 0,001 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Selênio (Se) | ICP-MS | 0,1 | 0,03 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Silício (Si) | ICP-MS | 3,11 | 0,94 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Sódio (Na) | ICP-OES | 3 | 0,8 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Tálio (Tl) | ICP-MS | 0,006 | 0,002 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Titânio (Ti) | ICP-MS | 0,15 | 0,05 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Urânio (U) | ICP-MS | 0,003 | 0,001 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Vanádio (V) | ICP-MS | 1,3 | 0,39 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |
| Zinco (Zn) | ICP-MS | 0,24 | 0,07 | AOAC -SMPR / FDA EAM 4.4 4.4 | MAPA/SDA/CGAL DOQ-CGCRE-008 |

Tabela 4. Métodos, limites de detecção (LOD), limites de quantificação (LOQ) e referências empregados para análise das Substâncias Químicas tipo 1 investigadas.



| Elemento | Método | LOQ IPT (mg/kg) | LOD IPT (mg/kg) | Fonte Método | Fonte Validação |
|-------------------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| Arsênio III inorgânico | HPLC-ICP/MS | 0,025 | 0,0083 | FDA-EAM: U.S. Section 4.11 | DOQ-CGCRE-008 |
| Arsênio V inorgânico | HPLC-ICP/MS | 0,025 | 0,0083 | FDA-EAM: U.S. Section 4.11 | DOQ-CGCRE-008 |
| Arsenobetaina | HPLC-ICP/MS | 0,025 | 0,0083 | FDA-EAM: U.S. Section 4.11 | DOQ-CGCRE-008 |
| Ácido monometilarsônico | HPLC-ICP/MS | 0,025 | 0,0083 | FDA-EAM: U.S. Section 4.11 | DOQ-CGCRE-008 |
| Ácido dimetilarsínico | HPLC-ICP/MS | 0,025 | 0,0083 | FDA-EAM: U.S. Section 4.11 | DOQ-CGCRE-008 |
| Cromo III inorgânico | HPLC-ICP/MS | 0,025 | 0,0083 | MIV* (POP-PA-234-Multi) | DOQ-CGCRE-008 |
| Cromo VI inorgânico | HPLC-ICP/MS | 0,025 | 0,0083 | MIV* (POP-PA-234-Multi) | DOQ-CGCRE-008 |
| Metilmercúrio | HPLC-ICP/MS | 0,0099 | 0,0033 | MIV* (POP-PA-234-Hg) | DOQ-CGCRE-008 |

Tabela 5. Métodos, limites de detecção, limites de quantificação e referências empregados para análise das Substâncias Químicas tipo 2 investigadas. Legenda: *MIV = Método interno validado

| Elemento | Método | LOQ IPT (mg/kg) | LOD IPT (mg/kg) | Fonte Método | Fonte Validação |
|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| 2,4,5-Triclorofenol | GC-MS/MS | 0,012 | 0,004 | MIV* (IPT-18469) | ANVISA (RDC166) |
| 2,4,6-Triclorofenol | GC-MS/MS | 0,012 | 0,004 | MIV* (IPT-18469) | ANVISA (RDC166) |
| Diclorometano | GC-MS | 0,12 | 0,04 | MIV* (IPT-18464) | ANVISA (RDC166) |
| Etilbenzeno | GC-MS | 0,07 | 0,02 | MIV* (IPT-18464) | ANVISA (RDC166) |
| Fenol | GC-MS/MS | 0,003 | 0,001 | MIV* (IPT-18469) | ANVISA (RDC166) |
| Tolueno | GC-MS | 0,08 | 0,02 | MIV* (IPT-18464) | ANVISA (RDC166) |
| Acrilamida | LC-MS | 0,005 | 0,003 | FAO JEFCA Monographs 8 | AOAC/2016 |
| Cianeto | Espectrofotômetro | 2 | 1 | FAO JEFCA Monographs 8 | AOAC/2016 |

Tabela 6. Métodos, limites de detecção, limites de quantificação e referências empregados para análise das Substâncias Químicas tipo 3 investigadas. Legenda: *MIV = Método interno validado



| Elemento | Método | LOQ IPT (mg/kg) | LOD IPT (mg/kg) | Fonte Método | Fonte Validação |
|--|------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| Aldrin | GC-MS/MS | 0,003 | 0,001 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| Dieldrin | GC-MS/MS | 0,01 | 0,003 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| Endrin | GC-MS/MS | 0,01 | 0,004 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$) | GC-MS/MS | 0,006 | 0,002 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| HCH-gama (lindano) | GC-MS/MS | 0,004 | 0,001 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| PCB 28 | GC-MS/MS | 0,001 | 0,0004 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| PCB 52 | GC-MS/MS | 0,003 | 0,001 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| PCB 101 | GC-MS/MS | 0,004 | 0,001 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| PCB 138 | GC-MS/MS | 0,002 | 0,0005 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| PCB 153 | GC-MS/MS | 0,007 | 0,002 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| PCB 180 | GC-MS/MS | 0,011 | 0,003 | MIV* (IPT-18468) | ANVISA (RDC166) |
| Glifosato | LC-MS | 0,01 | 0,006 | AOAC Official Method 2007.01 | AOAC/2016 |
| Acefato | UPLC-MS/MS | 0,00015 | 0,0005 | MIV* (IPT18465) | ANVISA (RDC166) |
| Atrazina | GC-MS/MS | 0,0004 | 0,0012 | MIV* (IPT-18469) | ANVISA (RDC166) |
| Clorpirifós | GC-MS/MS | 0,003 | 0,001 | MIV* (IPT-18469) | ANVISA (RDC166) |

Tabela 7. Métodos, limites de detecção, limites de quantificação e referências empregados para análise das Substâncias Químicas tipo 4 investigadas. Legenda: *MIV = Método interno validado

Para os métodos internos validados (MIV) e utilizados cujas referências não são de domínio público, os documentos originais foram consultados pela equipe de perícia e foram considerados como de acordo com as premissas estabelecidas pela FAO. Para preservar a propriedade intelectual dos métodos, os MIV podem ser consultados diretamente nos laboratórios do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), mediante solicitação via processo judicial nº1000412-91.2020.4.01.3800.

O IPT é um dos maiores institutos de pesquisas do Brasil. Com mais de 120 anos de atuação, o instituto conta com laboratórios capacitados e equipe de pesquisadores e técnicos altamente qualificados, atuando em quatro grandes áreas: pesquisa, inovação & desenvolvimento; serviços tecnológicos; desenvolvimento & apoio metrológico e informação & educação em tecnologia.

O IPT possui certificação ISO 9001, concedida pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV). Esta certificação demonstra que os processos produtivos ocorrem de modo controlado e sistemático.



O sistema de gestão da qualidade do IPT prevê que os laboratórios sigam a NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Nesse sentido, destaca-se que o instituto tem os laboratórios com ensaios e calibrações acreditados, conforme a NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, pela Rede Brasileira de Calibração (RBC/Cgcre) e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE/Cgcre). Há, ainda, serviços reconhecidos pela Rede Metrológica do Estado de São Paulo (Remesp).

O IPT é um instituto comprometido com as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados – Lei 13.709, de 14 de agosto de 2018.

3.1.1.3 Tratamento de concentrações censuradas

As chamadas concentrações censuradas são aquelas cujos resultados da análise estão abaixo do limite de quantificação ou do limite de detecção do método.

Não existe uma diretriz internacional consolidada sobre como estes dados devem ser tratados. A abordagem identificada pela equipe de perícia como boa prática e usual é a atribuição da metade do limite de detecção (LOD) ou quantificação (LOQ) para os valores censurados (WHO, 2009). A equipe de perícia, para o tratamento de concentrações censuradas, após avaliar as metodologias utilizadas neste tipo de avaliação, decidiu pela utilização da metodologia preconizada pela WHO (2009), apresentada a seguir:

- Para substâncias químicas detectadas (resultado $<LOQ$ e $\geq LOD$), os valores serão atribuídos como $LOQ/2$;
- Para substâncias químicas não detectadas (resultado $<LOD$), os valores serão atribuídos como $LOD/2$.

3.1.1.4 Análise estatística dos dados de concentração

Primeiramente, os dados foram analisados para detecção de outliers e valores extremos. A equipe de perícia ressalta que, do ponto de vista toxicológico, mesmo havendo uma quantidade considerável de dados que poderiam ser considerados outliers nos resultados das análises das substâncias químicas, estes não devem ser desconsiderados, uma vez que podem indicar padrões importantes das concentrações nos pontos coletados. Diante disso, somente valores extremos que se distanciavam do grupo foram removidos do banco de dados.

Após tratar os dados de concentrações censuradas de acordo com o apresentado no item 3.1.1.3, as medidas de centralidade e dispersão (valores mínimos e máximos, média, mediana e desvio padrão) foram estimadas para as concentrações das substâncias químicas analisadas nas amostras de pescado (peixes predadores, peixes não predadores e crustáceos), para cada região avaliada (região dulcícola, região estuarina, região marinha e cultivos).



3.1.2 Estimativa do consumo de pescado e do peso corpóreo da população residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse

A estimativa do consumo de pescado da população de interesse foi determinada a partir de um Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA), o qual foi aplicado pela equipe de perícia nos 42 municípios vinculados à área de interesse durante o desenvolvimento da Etapa 3A.

Na Figura 4, a seguir, é apresentado o mapa da área de interesse, compreendendo a bacia do rio Doce, desde o município de Mariana/MG na região mais a montante, até o município de Linhares/ES, já na região litorânea. A Tabela 8 a seguir apresenta a relação dos 42 municípios onde houve a aplicação do QQFA.



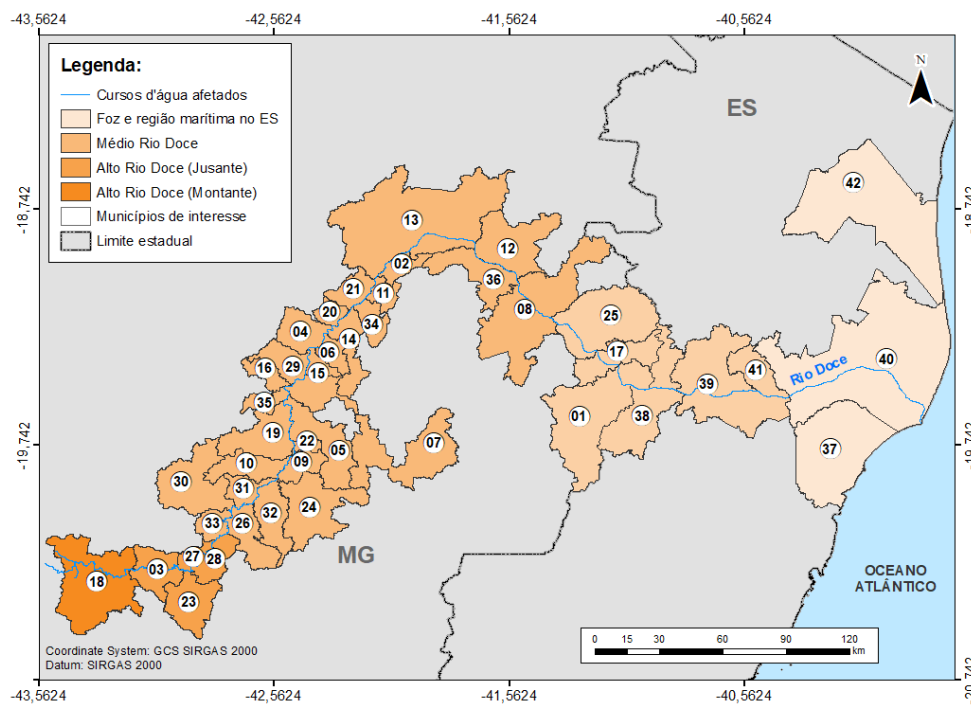


Figura 4. Mapa da área de interesse.



| Cidade | | UF | Cidade | | UF |
|--------|----------------------|----|--------|-------------------------|----|
| 1 | Aimorés | MG | 22 | Pingo d'Água | MG |
| 2 | Alpercata | MG | 23 | Ponte Nova | MG |
| 3 | Barra Longa | MG | 24 | Raul Soares | MG |
| 4 | Belo Oriente | MG | 25 | Resplendor | MG |
| 5 | Bom Jesus do Galho | MG | 26 | Rio Casca | MG |
| 6 | Bugre | MG | 27 | Rio Doce | MG |
| 7 | Caratinga | MG | 28 | Santa Cruz do Escalvado | MG |
| 8 | Conselheiro Pena | MG | 29 | Santana do Paraíso | MG |
| 9 | Córrego Novo | MG | 30 | São Domingos do Prata | MG |
| 10 | Dionísio | MG | 31 | São José do Goiabal | MG |
| 11 | Fernandes Tourinho | MG | 32 | São Pedro dos Ferros | MG |
| 12 | Galiléia | MG | 33 | Sem-Peixe | MG |
| 13 | Governador Valadares | MG | 34 | Sobralia | MG |
| 14 | Iapu | MG | 35 | Timóteo | MG |
| 15 | Ipaba | MG | 36 | Tumiritinga | MG |
| 16 | Ipatinga | MG | 37 | Aracruz | ES |
| 17 | Itueta | MG | 28 | Baixo Guandu | ES |
| 18 | Mariana | MG | 39 | Colatina | ES |
| 19 | Marliéria | MG | 40 | Linhares | ES |
| 20 | Naque | MG | 41 | Marilândia | ES |
| 21 | Periquito | MG | 42 | São Mateus | ES |

Tabela 8. Municípios da área de interesse.

O desenvolvimento da atividade de aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar consta nos relatórios mensais de avanço das atividades de campo juntados pela perícia ao processo judicial (Relatório nº 15 (ID 866342066), Relatório nº 17 (ID 934516688), Relatório nº 19 (ID 936309681), Relatório nº 21 (ID 985552169), Relatório nº 23 (ID 1031802753) e Relatório nº 26 (ID 1093615780).

Os detalhes metodológicos da aplicação do QQFA foram pormenorizadamente apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258).

Os resultados de consumo de pescado e do peso corpóreo da população residente na área de interesse foram previamente apresentados no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258).

Considerando os resultados do relatório supracitado, os dados sobre a população da área de interesse foram agrupados por faixa etária e sexo, da maneira apresentada a seguir:

- População de 1 a 6 anos de idade residente na bacia do rio Doce e região costeira;
- População de 7 a 17 anos de idade residente na bacia do rio Doce e região costeira;
- População de ≥ 18 anos de idade residente na bacia do rio Doce e região costeira.

Os resultados de perfil de consumo de cada grupo foram apresentados, em g/dia, para quatro diferentes categorias, a saber:



- a média simples dos consumidores;
- a média per capita;
- o percentil 5 (P5) – (baixos consumidores);
- o percentil 95 (P95) – (altos consumidores).

Para quantificar a exposição às substâncias químicas decorrentes do consumo de pescado, a equipe de perícia considerou o somatório das doses de exposição ou quantidades diárias consumidas de peixe e crustáceos (camarão, siri, caranguejo, lagosta e lagostim) e o peso médio da população estudada para cada faixa etária e sexo avaliados, seguindo o preconizado pela ANVISA e a FAO.

3.2 Resultados parciais – Avaliação da exposição

Os resultados referentes às concentrações de substâncias químicas no pescado, ao consumo e peso da população residente na área de interesse e à avaliação da exposição são apresentados a seguir.

3.2.1 Concentração das substâncias químicas investigadas no pescado

Para a determinação da concentração das substâncias químicas investigadas no pescado, a equipe de perícia analisou os tecidos comestíveis crus, de acordo com o objetivo de cada análise, conforme previamente apresentado no item 3.1.1.1 deste documento.

Foram analisadas um total de 988 amostras para a quantificação de substâncias químicas do Tipo 1, entre amostras simples e amostras compostas. Ademais, foram geradas 71 amostras para a análise de substâncias químicas do Tipo 2, 180 amostras para análise de substâncias do Tipo 3 e 67 amostras para a análise de substâncias do Tipo 4. As substâncias químicas investigadas pela equipe de perícia e a suas divisões em grupo (tipo) constam na Tabela 1, apresentada no item 2 deste documento.

3.2.1.1 Quantitativo das amostras analisadas

A avaliação do quantitativo das amostras analisadas foi realizada com base na identificação do número de amostras não detectadas, detectadas e quantificadas. As amostras geradas foram analisadas de acordo com o tipo de substância química investigada, em relação a área de interesse e área controle.

A equipe de perícia destaca que as amostras oriundas das áreas controle não foram utilizadas no cálculo de exposição. Contudo, os dados referentes às áreas controle serão utilizados para a avaliação do nexo de causalidade, conforme apresentado no item 7 deste documento. Desta forma, a equipe de perícia apresentou a avaliação do quantitativo de amostras analisadas para a área de interesse e para as áreas controle.

Na Tabela 9, na Tabela 10, na Tabela 11, na Tabela 12, na Tabela 13, na Tabela 14, na Tabela 15 e na Tabela 16 a seguir são apresentados o número total de amostras de pescado analisadas, o número de amostras não detectadas (<LOD), o número de amostras detectadas (≥LOD e <LOQ) e o número de amostras quantificadas (≥LOQ), para cada substância química avaliada, nas áreas de interesse e nas áreas controle, para as regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos. As tabelas são apresentadas por grupo (tipo) de substâncias químicas.



Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) na área de interesse – SQ do Tipo 1

| SQ | Região Dulcícola | | | Região Estuarina | | | Região Marinha | | | Cultivo | | | Total de amostras na área de interesse | | | | | |
|------------|------------------|--------------|---------------|------------------|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|---------------|----------|---------------|--|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | | | |
| Alumínio | 380 | 133 (35,00%) | 155 (40,79%) | 115 | 80 (69,57%) | 26 (22,61%) | 232 | 21 (9,05%) | 71 (30,60%) | 140 (60,34%) | 80 | 46 (57,50%) | 28 (35,00%) | 6 (7,50%) | 807 | 280 (34,70%) | 280 (34,70%) | 247 (30,61%) |
| Antimônio | 380 | 378 (99,47%) | 1 (0,26%) | 115 | 115 (100,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 228 (98,28%) | 3 (1,29%) | 1 (0,43%) | 80 | 80 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 807 | 801 (99,26%) | 4 (0,50%) | 2 (0,25%) |
| Arsênio* | 399 | 84 (21,05%) | 67 (16,79%) | 124 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 251 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 251 (100,00%) | 89 | 10 (11,24%) | 27 (30,34%) | 52 (58,43%) | 863 | 94 (10,89%) | 94 (10,89%) | 675 (78,22%) |
| Berílio | 380 | 286 (75,26%) | 37 (9,74%) | 115 | 90 (78,26%) | 17 (14,78%) | 232 | 119 (51,29%) | 14 (6,03%) | 99 (42,67%) | 80 | 72 (90,00%) | 7 (8,75%) | 1 (1,25%) | 807 | 567 (70,26%) | 75 (9,29%) | 165 (20,45%) |
| Boro | 380 | 108 (28,42%) | 271 (71,32%) | 115 | 2 (1,74%) | 108 (93,91%) | 232 | 16 (6,90%) | 125 (53,88%) | 91 (39,22%) | 80 | 41 (51,25%) | 38 (47,50%) | 1 (1,25%) | 807 | 167 (20,69%) | 542 (67,16%) | 98 (12,14%) |
| Bário | 380 | 5 (1,32%) | 29 (7,63%) | 115 | 0 (0,00%) | 9 (7,83%) | 232 | 3 (1,29%) | 20 (8,62%) | 209 (90,09%) | 80 | 0 (0,00%) | 7 (8,75%) | 73 (91,25%) | 807 | 8 (0,99%) | 65 (8,05%) | 734 (90,95%) |
| Chumbo | 380 | 136 (35,79%) | 164 (43,16%) | 115 | 77 (66,96%) | 32 (27,83%) | 232 | 49 (21,12%) | 85 (36,64%) | 98 (42,24%) | 80 | 24 (30,00%) | 46 (57,50%) | 10 (12,50%) | 807 | 286 (35,44%) | 327 (40,52%) | 194 (24,04%) |
| Cobalto | 380 | 3 (0,79%) | 135 (35,53%) | 115 | 0 (0,00%) | 66 (57,39%) | 232 | 5 (2,16%) | 73 (31,47%) | 154 (66,38%) | 80 | 0 (0,00%) | 2 (2,50%) | 78 (97,50%) | 807 | 8 (0,99%) | 276 (34,20%) | 523 (64,81%) |
| Cobre | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 807 (100,00%) |
| Cromo* | 399 | 236 (59,15%) | 157 (39,35%) | 124 | 22 (17,74%) | 101 (81,45%) | 251 | 67 (26,69%) | 184 (73,31%) | 0 (0,00%) | 89 | 20 (22,47%) | 68 (76,40%) | 1 (01,12%) | 863 | 345 (39,98%) | 510 (59,10%) | 8 (00,93%) |
| Cádmio | 380 | 310 (81,58%) | 35 (9,21%) | 115 | 90 (78,26%) | 19 (16,52%) | 232 | 113 (48,71%) | 20 (8,62%) | 99 (42,67%) | 80 | 75 (93,75%) | 4 (05,00%) | 1 (1,25%) | 807 | 588 (72,86%) | 78 (9,67%) | 141 (17,47%) |
| Cálcio | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 807 (100,00%) |
| Enxofre | 380 | 1 (0,26%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 1 (0,12%) | 0 (0,00%) | 806 (99,88%) |
| Estanho | 380 | 137 (36,05%) | 206 (54,21%) | 115 | 72 (62,61%) | 43 (37,39%) | 232 | 113 (48,71%) | 117 (50,43%) | 2 (0,86%) | 80 | 68 (85,00%) | 12 (15,00%) | 0 (0,00%) | 807 | 390 (48,33%) | 378 (46,84%) | 39 (4,83%) |
| Ferro | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 2 (0,86%) | 0 (0,00%) | 230 (99,14%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 2 (0,25%) | 0 (0,00%) | 805 (99,75%) |
| Fósforo | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 807 (100,00%) |
| Lítio | 380 | 79 (20,79%) | 43 (11,32%) | 115 | 49 (42,61%) | 10 (8,70%) | 232 | 41 (17,67%) | 4 (1,72%) | 187 (80,60%) | 80 | 31 (38,75%) | 9 (11,25%) | 40 (50,00%) | 807 | 200 (24,78%) | 66 (8,18%) | 541 (67,04%) |
| Magnésio | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 231 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 231 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 806 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 806 (100,00%) |
| Manganês | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 1 (0,87%) | 232 | 1 (0,43%) | 4 (1,72%) | 227 (97,84%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 1 (0,12%) | 8 (0,99%) | 798 (98,88%) |
| Mercurio* | 399 | 7 (01,75%) | 56 (14,04%) | 124 | 0 (00,00%) | 10 (08,06%) | 251 | 3 (01,20%) | 16 (06,37%) | 232 (92,43%) | 89 | 23 (25,84%) | 39 (43,82%) | 27 (30,34%) | 863 | 33 (03,82%) | 121 (14,02%) | 709 (82,16%) |
| Molibdênio | 380 | 224 (58,95%) | 126 (33,16%) | 115 | 58 (50,43%) | 34 (29,57%) | 232 | 97 (41,81%) | 18 (7,76%) | 117 (50,43%) | 80 | 24 (30,00%) | 51 (63,75%) | 5 (6,25%) | 807 | 403 (49,94%) | 229 (28,38%) | 175 (21,69%) |
| Nitrogênio | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 807 (100,00%) |



| Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) na área de interesse – SQ do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--------------|-----------------|------------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|--|--------------|-----------------|--------------|--------------|---------------|
| SQ | Região Dulcícola | | | Região Estuarina | | | Região Marinha | | | Cultivo | | | Total de amostras na área de interesse | | | | | |
| | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | | | |
| Níquel | 380 | 46 (12,11%) | 252 (66,32%) | 115 | 22 (19,13%) | 73 (63,48%) | 232 | 2 (0,86%) | 87 (37,50%) | 143 (61,64%) | 79 | 5 (6,39%) | 59 (74,68%) | 15 (18,99%) | 806 | 75 (9,30%) | 471 (58,44%) | 260 (32,26%) |
| Potássio | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 807 (100,00%) |
| Prata | 380 | 340 (89,47%) | 18 (4,74%) | 115 | 107 (93,04%) | 0 (0,00%) | 232 | 126 (54,31%) | 0 (0,00%) | 106 (45,69%) | 80 | 78 (97,50%) | 2 (2,50%) | 0 (0,00%) | 807 | 651 (80,67%) | 20 (2,48%) | 136 (16,85%) |
| Selênio | 380 | 0 (0,00%) | 3 (0,79%) | 115 | 1 (0,87%) | 15 (13,04%) | 232 | 1 (0,43%) | 27 (11,64%) | 204 (87,93%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 2 (0,25%) | 45 (5,58%) | 760 (94,18%) |
| Silício | 380 | 59 (15,53%) | 130 (34,21%) | 115 | 4 (3,48%) | 63 (54,78%) | 232 | 27 (11,64%) | 60 (25,86%) | 145 (62,50%) | 80 | 26 (32,50%) | 19 (23,75%) | 35 (43,75%) | 807 | 116 (14,37%) | 272 (33,71%) | 419 (51,92%) |
| Sódio | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 (100,00%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 807 (100,00%) |
| Titânio | 380 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 1 (0,43%) | 1 (0,43%) | 230 (99,14%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 1 (0,12%) | 1 (0,12%) | 805 (99,75%) |
| Tálio | 380 | 11 (2,89%) | 64 (16,84%) | 115 | 22 (19,13%) | 29 (25,22%) | 232 | 223 (96,12%) | 7 (3,02%) | 2 (0,86%) | 80 | 54 (67,50%) | 19 (23,75%) | 7 (8,75%) | 807 | 310 (38,41%) | 119 (14,75%) | 378 (46,84%) |
| Urânio | 380 | 332 (87,37%) | 24 (6,32%) | 115 | 109 (94,78%) | 5 (4,35%) | 232 | 142 (61,21%) | 49 (21,12%) | 41 (17,67%) | 80 | 76 (95,00%) | 3 (3,75%) | 1 (1,25%) | 807 | 659 (81,66%) | 81 (10,04%) | 67 (8,30%) |
| Vanádio | 380 | 368 (96,84%) | 9 (2,37%) | 115 | 33 (28,70%) | 68 (59,13%) | 232 | 164 (70,69%) | 53 (22,84%) | 15 (6,47%) | 80 | 58 (72,50%) | 22 (27,50%) | 0 (0,00%) | 807 | 623 (77,20%) | 152 (18,84%) | 32 (3,97%) |
| Zinco | 380 | 4 (1,05%) | 0 (0,00%) | 115 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 232 | 1 (0,43%) | 0 (0,00%) | 231 (99,57%) | 80 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 80 (100,00%) | 807 | 5 (0,62%) | 0 (0,00%) | 802 (99,38%) |

Tabela 9. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 1 na área de interesse. *Número de amostras para o arsênio, cromo e mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas controle - SQ do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Total de amostras nas áreas controle | | | |
| | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) |
| Alumínio | 71 | 16 (22,54%) | 39 (54,83%) | 16 (22,54%) | 24 | 4 (16,67%) | 9 (37,50%) | 11 (45,83%) | 86 | 2 (2,33%) | 28 (32,56%) | 56 (65,12%) | 181 | 22 (12,15%) | 76 (41,99%) | 83 (45,86%) |
| Antimônio | 71 | 71 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 | 24 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 | 86 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 | 181 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Arsênio* | 76 | 7 (9,21%) | 18 (23,68%) | 51 (67,11%) | 25 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 25 (100,00%) | 95 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 95 (100,00%) | 196 | 7 (3,57%) | 18 (9,18%) | 171 (87,24%) |
| Berílio | 71 | 45 (63,38%) | 17 (23,94%) | 9 (12,68%) | 24 | 18 (75,00%) | 4 (16,67%) | 2 (8,33%) | 86 | 60 (69,77%) | 1 (1,16%) | 25 (29,07%) | 181 | 123 (67,96%) | 22 (12,15%) | 36 (19,89%) |
| Boro | 71 | 23 (32,39%) | 48 (67,61%) | 0 (0,00%) | 24 | 7 (29,17%) | 17 (70,83%) | 0 (0,00%) | 86 | 4 (4,65%) | 60 (69,77%) | 22 (25,58%) | 181 | 34 (18,78%) | 125 (69,06%) | 22 (12,15%) |
| Bário | 71 | 0 (0,00%) | 4 (5,63%) | 67 (94,37%) | 24 | 3 (12,50%) | 6 (25,00%) | 15 (62,50%) | 86 | 19 (22,09%) | 20 (23,26%) | 47 (54,65%) | 181 | 22 (12,15%) | 30 (16,57%) | 129 (71,27%) |
| Chumbo | 71 | 22 (30,99%) | 30 (42,25%) | 19 (26,76%) | 24 | 9 (37,50%) | 13 (54,17%) | 2 (8,33%) | 86 | 28 (32,56%) | 34 (39,53%) | 24 (27,91%) | 181 | 59 (32,60%) | 77 (42,54%) | 45 (24,86%) |
| Cobalto | 71 | 0 (0,00%) | 13 (18,31%) | 58 (81,69%) | 24 | 0 (0,00%) | 4 (16,67%) | 20 (83,33%) | 86 | 24 (27,91%) | 37 (43,02%) | 25 (29,07%) | 181 | 24 (13,26%) | 54 (29,83%) | 103 (56,91%) |
| Cobre | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Cromo* | 76 | 47 (61,84%) | 27 (35,53%) | 2 (2,63%) | 25 | 10 (40,00%) | 15 (60,00%) | 0 (0,00%) | 95 | 57 (60,00%) | 38 (40,00%) | 0 (0,00%) | 196 | 114 (58,16%) | 80 (40,82%) | 2 (0,10%) |
| Cádmio | 71 | 61 (85,92%) | 7 (9,86%) | 3 (4,23%) | 24 | 19 (79,17%) | 3 (12,50%) | 2 (8,33%) | 86 | 64 (74,42%) | 18 (20,93%) | 4 (4,65%) | 181 | 144 (79,56%) | 28 (15,47%) | 9 (4,97%) |
| Cálcio | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Enxofre | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 1 (1,16%) | 0 (0,00%) | 85 (98,84%) | 181 | 1 (0,55%) | 0 (0,00%) | 180 (99,45%) |
| Estanho | 71 | 16 (22,54%) | 43 (60,56%) | 12 (16,90%) | 24 | 2 (8,33%) | 22 (91,67%) | 0 (0,00%) | 86 | 30 (34,88%) | 56 (65,12%) | 0 (0,00%) | 181 | 48 (26,52%) | 121 (66,85%) | 12 (6,63%) |
| Ferro | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Fósforo | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Lítio | 71 | 5 (7,04%) | 12 (16,90%) | 54 (76,06%) | 24 | 3 (12,50%) | 8 (33,33%) | 13 (54,17%) | 86 | 0 (0,00%) | 2 (2,33%) | 84 (97,67%) | 181 | 8 (4,42%) | 22 (12,15%) | 151 (83,43%) |
| Magnésio | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Manganês | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 5 (5,81%) | 81 (94,19%) | 181 | 0 (0,00%) | 5 (2,76%) | 176 (97,24%) |
| Mercurio* | 76 | 7 (9,21%) | 23 (30,26%) | 46 (60,53%) | 25 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 25 (100,00%) | 95 | 0 (0,00%) | 10 (10,53%) | 85 (89,47%) | 196 | 7 (3,57%) | 33 (16,84%) | 156 (79,59%) |
| Molibdênio | 71 | 45 (63,38%) | 18 (25,35%) | 8 (11,27%) | 24 | 12 (50,00%) | 8 (33,33%) | 4 (16,67%) | 86 | 24 (27,91%) | 39 (45,35%) | 23 (26,74%) | 181 | 81 (44,75%) | 65 (35,91%) | 35 (19,34%) |
| Nitrogênio | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Níquel | 71 | 4 (5,63%) | 52 (73,24%) | 15 (21,13%) | 24 | 0 (0,00%) | 15 (62,50%) | 9 (37,50%) | 86 | 1 (1,16%) | 33 (38,37%) | 52 (60,47%) | 181 | 5 (2,76%) | 100 (55,25%) | 76 (41,99%) |
| Potássio | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Prata | 71 | 52 (73,24%) | 14 (19,72%) | 5 (7,04%) | 24 | 20 (83,33%) | 0 (0,00%) | 4 (16,67%) | 86 | 64 (74,42%) | 1 (1,16%) | 21 (24,42%) | 181 | 136 (75,14%) | 15 (8,29%) | 30 (16,57%) |
| Selênio | 71 | 0 (0,00%) | 1 (1,41%) | 70 (98,59%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 1 (0,55%) | 180 (99,45%) |



| Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas controle – SQ do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------|-----------------|------------------|----|--------------|-----------------|--------------|----|--------------------------------------|-----------------|--------------|-----|--------------|-----------------|---------------|
| SQ | Região Dulcícola | | | Região Estuarina | | | Região Marinha | | | Total de amostras nas áreas controle | | | | | | |
| | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) |
| Silício | 71 | 18 (25,35%) | 11 (15,49%) | 42 (59,15%) | 24 | 0 (0,00%) | 3 (12,50%) | 21 (87,50%) | 86 | 0 (0,00%) | 32 (37,21%) | 54 (62,79%) | 181 | 18 (9,94%) | 46 (25,41%) | 117 (64,64%) |
| Sódio | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Titânio | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |
| Tálio | 71 | 0 (0,00%) | 11 (15,49%) | 60 (84,51%) | 24 | 10 (41,67%) | 12 (50,00%) | 2 (8,33%) | 86 | 85 (98,84%) | 1 (1,16%) | 0 (0,00%) | 181 | 95 (52,49%) | 24 (13,26%) | 62 (34,25%) |
| Urânio | 71 | 52 (73,24%) | 12 (16,90%) | 7 (9,86%) | 24 | 22 (91,67%) | 2 (8,33%) | 0 (0,00%) | 86 | 65 (75,58%) | 11 (12,79%) | 10 (11,63%) | 181 | 139 (76,80%) | 25 (13,81%) | 17 (9,39%) |
| Vanádio | 71 | 69 (97,18%) | 1 (1,41%) | 1 (1,41%) | 24 | 24 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 | 85 (98,84%) | 1 (1,16%) | 0 (0,00%) | 181 | 178 (98,34%) | 2 (1,10%) | 1 (0,55%) |
| Zinco | 71 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 71 (100,00%) | 24 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 24 (100,00%) | 86 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 86 (100,00%) | 181 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 181 (100,00%) |

Tabela 10. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 1 nas áreas controle. *Número de amostras para o arsênio, cromo e mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas de interesse – SQ do Tipo 2

| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | | Total de amostras na área de interesse | | | |
|----------------------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|-------------|-----------------|-------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|---------|-------------|-----------------|-------------|--|--------------|-----------------|-------------|
| | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) |
| Arsênio inorgânico (III+V) | 19 | 5 (26,32%) | 0 (0,00%) | 14 (73,68%) | 9 | 1 (11,11%) | 0 (0,00%) | 8 (88,89%) | 19 | 2 (10,53%) | 0 (0,00%) | 17 (89,47%) | 9 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 (100,00%) | 56 | 8 (14,29%) | 0 (0,00%) | 48 (85,71%) |
| Ácido monometilarsênico | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 7 (77,78%) | 2 (22,22%) | 0 (0,00%) | 19 | 11 (57,89%) | 3 (15,79%) | 5 (26,32%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 56 | 46 (82,14%) | 5 (8,93%) | 5 (8,93%) |
| Ácido dimetilarsênico | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 56 | 56 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Arsenobetaina | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 8 (88,89%) | 0 (0,00%) | 1 (11,11%) | 19 | 6 (31,58%) | 0 (0,00%) | 13 (68,42%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 56 | 42 (75,00%) | 0 (0,00%) | 14 (25,00%) |
| Cromo III | 19 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 (100,00%) | 3 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 3 (100,00%) | 19 | 8 (42,11%) | 1 (5,26%) | 10 (52,63%) | 8 | 6 (75,00%) | 1 (12,50%) | 1 (12,50%) | 49 | 14 (28,57%) | 2 (4,08%) | 33 (67,35%) |
| Cromo VI | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 3 | 3 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 16 (84,21%) | 3 (15,79%) | 0 (0,00%) | 8 | 5 (62,50%) | 2 (25,00%) | 1 (12,50%) | 49 | 43 (87,76%) | 5 (10,20%) | 1 (2,04%) |
| Metilmercúrio | 19 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 (100,00%) | 9 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 (100,00%) | 14 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 (100,00%) | 8 | 0 (0,00%) | 1 (12,50%) | 7 (87,50%) | 50 | 0 (0,00%) | 1 (2,00%) | 49 (98,00%) |

Tabela 11. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 2 na área de interesse.

Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas controle – SQ do Tipo 2

| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Total de amostras na área controle | | | |
|----------------------------|------------------|-----------|-----------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) |
| Arsênio inorgânico (III+V) | 5 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 5 (100,00%) | 1 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 (100,00%) | 9 | 2 (22,22%) | 0 (0,00%) | 7 (77,78%) | 15 | 2 (13,33%) | 0 (0,00%) | 13 (86,67%) |
| Ácido monometilarsênico | 5 | 4 (0,00%) | 1 (20,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 6 (66,67%) | 1 (11,11%) | 2 (22,22%) | 15 | 11 (73,33%) | 2 (13,33%) | 2 (13,33%) |
| Ácido dimetilarsênico | 5 | 5 (0,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 | 15 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Arsenobetaina | 5 | 5 (0,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 (100,00%) | 9 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 (100,00%) | 15 | 5 (33,33%) | 0 (0,00%) | 10 (66,67%) |
| Cromo III | 5 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 5 (100,00%) | 1 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 (100,00%) | 9 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 (100,00%) | 15 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 (100,00%) |
| Cromo VI | 5 | 5 (0,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 | 15 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Metilmercúrio | 5 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 5 (100,00%) | 1 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 (100,00%) | 9 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 (100,00%) | 15 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 (100,00%) |

Tabela 12. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 2 nas áreas controle.



Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas de interesse - SQ do Tipo 3

| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | | Total de amostras na área de interesse | | | |
|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|----------------|--------------|---------------|-----------|---------|--------------|---------------|-----------|--|---------------|---------------|-----------|
| | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) |
| 2,4,5-triclorofenol | 18 | 18 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| 2,4,6-triclorofenol | 18 | 18 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Diclorometano | 69 | 69 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 20 | 20 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 28 | 28 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 131 | 131 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Etilbenzeno | 69 | 69 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 20 | 20 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 28 | 28 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 131 | 131 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Fenol | 18 | 18 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Tolueno | 69 | 69 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 20 | 18 (90,00%) | 2 (10,00%) | 0 (0,00%) | 28 | 28 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 131 | 129 (98,47%) | 2 (1,53%) | 0 (0,00%) |
| Acrilamida | 12 | 12 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 11 | 11 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 36 | 36 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Cianeto | 12 | 10 (83,33%) | 2 (16,67%) | 0 (0,00%) | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 11 | 11 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 36 | 34 (94,44%) | 2 (5,56%) | 0 (0,00%) |

Tabela 13. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 3 na área de interesse.

Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas controle - SQ do Tipo 3

| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Total de amostras nas áreas controle | | | |
|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|-------------|---------------|-----------|----------------|--------------|---------------|-----------|--------------------------------------|--------------|---------------|-----------|
| | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) |
| 2,4,5-triclorofenol | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 | 20 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| 2,4,6-triclorofenol | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 | 20 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Diclorometano | 28 | 28 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 49 | 49 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Etilbenzeno | 28 | 28 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 49 | 49 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Fenol | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 | 20 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Tolueno | 28 | 28 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 49 | 49 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Acrilamida | 2 | 2 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 0 | - | - | - | 0 | - | - | - | 2 | 2 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Cianeto | 2 | 2 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 0 | - | - | - | 0 | - | - | - | 2 | 2 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |

Tabela 14. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 3 nas áreas controle.



Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas de interesse – SQ do Tipo 4

| SQ | Região Dulcícola | | | Região Estuarina | | | Região Marinha | | | Cultivo | | | Total de amostras na área de interesse | | | | | | | |
|---|------------------|--------------|---------------|------------------|---|-------------|----------------|------------|----|--------------|---------------|-----------|--|-------------|---------------|-----------|----|--------------|-----------|-------------|
| | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | | | | |
| Aldrin | 18 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Dieldrin | 18 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Endrin | 18 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| HCH-total | 18 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| HCH-gama (lindano) | 18 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 100,00% | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Bifenilas Policloradas Totais (PCB 28; PCB 52; PCB 101; PCB 138; PCB 153 e PCB 180) | 18 | 9 (50,00%) | 0 (0,00%) | 9 (50,00%) | 7 | 5 (71,43%) | 0 (0,00%) | 2 (28,57%) | 19 | 18 (94,74%) | 0 (0,00%) | 1 (5,88%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 40 (76,92%) | 0 (0,00%) | 12 (23,08%) |
| Glifosato | 15 | 15 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 18 | 18 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 45 | 45 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Acefato | 16 | 16 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 17 | 17 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 44 | 44 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Atrazina | 18 | 18 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Clorpirifos | 18 | 18 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 19 | 19 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 52 | 52 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |

Tabela 15. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 4 na área de interesse.



| Proporção entre o total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) nas áreas controle – SQ do Tipo 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------|-----------------|------------|------------------|-------------|-----------------|-----------|----------------|-------------|-----------------|-----------|--------------------------------------|--------------|-----------------|------------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Total de amostras nas áreas controle | | | |
| | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) | N | <LOD (%) | ≥LOD e <LOQ (%) | ≥LOQ (%) |
| Aldrin | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Dieldrin | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Endrin | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| HCH-total | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| HCH-gama (lindano) | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 14 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Bifenilas Policloradas Totais (PCB 28; PCB 52; PCB 101; PCB 138; PCB 153 e PCB 180) | 4 | 2 (50,00%) | 0 (0,00%) | 2 (50,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 14 | 12 (85,71%) | 0 (0,00%) | 2 (14,29%) |
| Glifosato | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 0 | - | - | - | 7 | 7 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 11 | 11 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Acefato | 4 | 4 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 0 | - | - | - | 8 | 8 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 12 | 12 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Atrazina | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 | 15 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| Clorpirifos | 5 | 5 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 1 | 1 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 9 | 9 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) | 15 | 15 (100,00%) | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |

Tabela 16. Número total de amostras analisadas, não detectadas (<LOD), detectadas (≥LOD e <LOQ) e quantificadas (≥LOQ) para as substâncias químicas do Tipo 4 nas áreas controle.



Conforme apresentado na Tabela 9 acima, todas as substâncias químicas do Tipo 1 foram detectadas em pelo menos uma das amostras analisadas na área de interesse. Do total de amostras destinadas à análise de substâncias químicas do Tipo 1 na área de interesse, as amostras que apresentaram maior porcentagem de quantificação foram: cálcio (100%), cobre (100%), fósforo (100%), magnésio (100%), nitrogênio (100%), potássio (100%), sódio (100%), enxofre (99,88%), ferro (99,75%), titânio (99,75%) e zinco (99,38%).

No que tange aos resultados do total de amostras Não Detectadas (ND), as substâncias químicas do Tipo 1 provenientes da área de interesse com maior porcentagem de ND foram: antimônio (99,26%), urânio (81,66%), prata (80,67%), vanádio (77,20%), cádmio (72,86) e berílio (70,26%).

Conforme apresentado na Tabela 10 acima, de todas as substâncias químicas do Tipo 1 apenas o antimônio não foi detectado em nenhuma das amostras analisadas nas áreas controle.

O comportamento do quantitativo de amostras analisadas para todas as amostras destinadas à análise de substâncias químicas do Tipo 1 nas áreas controle foi semelhante ao da área de interesse.

Conforme apresentado acima na Tabela 11 e na Tabela 12, o ácido dimetilarsínico não foi detectado em nenhuma das amostras analisadas tanto da área de interesse quanto da área controle, enquanto o ácido monometilarsínico não foi detectado em 82,14% das amostras oriundas da área de interesse e em 73,33% das amostras coletadas da área controle.

O cromo VI (hexavalente) não foi detectado em 87,76% das amostras analisadas, oriundas da área de interesse. Ao se avaliar os resultados obtidos para área controle, o cromo VI (hexavalente) não foi detectado em nenhuma amostra analisada.

Cabe ressaltar que o arsênio inorgânico III e o arsênio inorgânico V foram monitorados individualmente, porém o laboratório especializado reportou o resultado do somatório destes compostos. Considerando a importância de se avaliar os dois compostos conjuntamente (por se tratar das espécies químicas de maior toxicidade de arsênio), a equipe de perícia optou por apresentar os resultados do somatório das espécies inorgânicas III e V de arsênio.

Do total de amostras analisadas para as substâncias químicas do Tipo 2, o somatório do arsênio III e V (85,71%), o metilmercúrio (98,00%) e o cromo III inorgânico (67,30%) foram quantificadas em mais de 65%, entre todas as amostras analisadas, considerando a área de interesse. O mesmo comportamento foi observado para as áreas controle, onde foram quantificadas 86,67% das amostras de arsênio III e V, 100% das amostras de metilmercúrio e 100% das amostras de cromo III inorgânico.

As quantificações de arsenobetaína ocorreram majoritariamente na região marinha, tanto na área de interesse (68,42%) quanto nas áreas controle (100%).

Em relação às amostras destinadas à análise de substâncias químicas do Tipo 3 (Tabela 13 e Tabela 14), das 8 substâncias químicas investigadas, nenhuma foi quantificada. Porém, o tolueno e o cianeto foram detectados em 1,53% (n=2) e 5,56% (n=2) das amostras oriundas da área de interesse, respectivamente, e em nenhuma das amostras referentes às áreas controle. Para os demais compostos (2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, diclorometano, etilbenzeno, fenol, acrilamida) não houve detecção em nenhuma das amostras analisadas.

Para a análise de substâncias químicas do Tipo 4 (Tabela 15 e Tabela 16), das 10 substâncias químicas investigadas, apenas o PCB foi quantificado em amostras oriundas tanto da área de interesse quanto das áreas controle. Para a avaliação dos PCB, o composto foi considerado quantificado e/ou detectado quando pelo menos um dos congêneres avaliados foi quantificado e/ou detectado.

Os compostos aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH-gama (lindano), glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós (pertencentes às substâncias químicas do Tipo 4) não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas.



O tratamento dado às concentrações censuradas, ou seja, as concentrações cujos resultados da análise estão abaixo do limite de quantificação ou do limite de detecção do método, é apresentado no item 3.1.1.3 deste documento.

Para as 16 substâncias químicas não detectadas em nenhuma das amostras de pescado analisadas (ácido monomilarsônico, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, diclorometano, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós), a equipe de perícia considerou que o valor da concentração é igual a zero.

3.2.1.2 Concentração do pescado nas áreas de interesse e controle

Os valores médios, mínimos, máximos e o desvio padrão para as concentrações das substâncias químicas investigadas nas áreas de interesse e controle para cada região analisada (regiões dulcícola, estuarina, marinha e ambientes de cultivos) são apresentados nas tabelas a seguir (da Tabela 17 até a Tabela 36). As concentrações médias foram utilizadas na quantificação da exposição.

A equipe de perícia reitera que as amostras oriundas das áreas controle não foram utilizadas no cálculo de exposição. Contudo, os dados referentes às áreas controle serão utilizados para a avaliação donexo de causalidade, conforme apresentado no item 7 deste documento. Desta forma, não serão apresentadas discussões sobre possíveis diferenças entre a área de interesse e áreas controle neste item.

Conforme apresentado no item anterior (3.2.1.1), para as substâncias químicas não detectadas em nenhuma das amostras de pescado analisadas, considerando cada uma das regiões avaliadas, a equipe de perícia considerou que o valor da concentração é igual a zero. Assim, para as substâncias químicas que não foram detectadas em nenhuma das regiões avaliadas (ácido dimetilarsínico, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, diclorometano, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós), os valores de concentração não estão apresentados nas tabelas a seguir, uma vez que não é necessário realizar o cálculo da exposição para essas substâncias químicas.

Para a análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 era requerida uma massa mínima de 2,0 Kg de amostra. A equipe de perícia ressalta que, eventualmente, algumas amostras não continham massa suficiente para a análise de todas as substâncias químicas. Nesses casos, foi priorizada a análise das substâncias químicas do Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4, nessa ordem de prioridade.

Os relatórios analíticos das amostras de pescado estão apresentados do Anexo 2 deste documento.

No Anexo 3 deste documento são apresentados mapas de concentrações das substâncias químicas do Tipo 1 para as quatro regiões amostradas (dulcícola, estuarina, marinha e cultivos), a fim de facilitar a visualização do perfil das concentrações dessas substâncias. Especificamente, para o arsênio, o cromo e o mercúrio também são apresentadas as concentrações obtidas para as amostras de substâncias químicas do Tipo 2.

A equipe de perícia informa que as cadeias de custódia, contendo as informações relacionadas à segurança, integridade, responsabilidade e rastreabilidade das amostras, serão entregues posteriormente, em um relatório específico.



| Peixe total (predador + não predador) – Área de Interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------|----------|--------|------------------|----------|----------|--------|----------------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Alumínio | 0,12 | 0,73 | 31,12 | 1,83 | 0,12 | 0,23 | 1,38 | 0,22 | 0,12 | 1,32 | 56,37 | 4,96 | 0,12 | 0,38 | 6,94 | 0,81 |
| Antimônio | 0,01 | 0,01 | 0,17 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Arsênio* | 0,01 | 0,06 | 1,36 | 0,08 | 0,11 | 0,43 | 7,12 | 0,89 | 0,04 | 3,92 | 23,11 | 5,28 | 0,01 | 0,08 | 0,26 | 0,07 |
| Bário | 0,01 | 0,15 | 2,27 | 0,18 | 0,02 | 0,22 | 1,98 | 0,35 | 0,01 | 0,08 | 1,01 | 0,11 | 0,02 | 0,22 | 1,70 | 0,33 |
| Berílio | 0,00003 | 0,002 | 0,07 | 0,01 | 0,00003 | 0,0002 | 0,01 | 0,001 | 0,00003 | 0,0001 | 0,001 | 0,0002 | 0,00003 | 0,03 | 1,00 | 0,16 |
| Boro | 0,14 | 0,36 | 1,00 | 0,14 | 0,14 | 0,45 | 1,07 | 0,09 | 0,14 | 0,49 | 1,52 | 0,23 | 0,14 | 0,30 | 1,29 | 0,19 |
| Cádmio | 0,0003 | 0,004 | 0,22 | 0,02 | 0,0003 | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,0003 | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,0003 | 0,0004 | 0,002 | 0,0003 |
| Cálcio | 38,03 | 289,51 | 2.960,85 | 255,08 | 42,21 | 175,00 | 937,95 | 169,02 | 45,00 | 223,06 | 1.754,00 | 301,31 | 48,17 | 249,07 | 1.268,23 | 244,25 |
| Chumbo | 0,002 | 0,01 | 0,16 | 0,01 | 0,002 | 0,003 | 0,03 | 0,004 | 0,002 | 0,005 | 0,03 | 0,004 | 0,002 | 0,01 | 0,07 | 0,01 |
| Cobalto | 0,001 | 0,01 | 0,13 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,11 | 0,02 | 0,001 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,003 | 0,03 | 0,15 | 0,02 |
| Cobre | 0,06 | 0,29 | 3,12 | 0,34 | 0,09 | 0,21 | 0,42 | 0,08 | 0,08 | 0,20 | 2,06 | 0,19 | 0,08 | 0,24 | 3,82 | 0,41 |
| Cromo* | 0,14 | 0,27 | 1,46 | 0,19 | 0,14 | 0,40 | 1,09 | 0,13 | 0,14 | 0,36 | 0,45 | 0,14 | 0,14 | 0,42 | 4,46 | 0,45 |
| Enxofre | 125,00 | 2.265,59 | 4.745,54 | 440,61 | 1.538,23 | 2.433,56 | 3.388,68 | 504,00 | 1.302,58 | 2.198,42 | 5.299,67 | 820,34 | 1.115,25 | 2.002,30 | 2.903,68 | 360,97 |
| Estanho | 0,01 | 0,03 | 0,24 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Ferro | 0,87 | 3,97 | 31,28 | 2,75 | 1,20 | 3,83 | 10,27 | 1,89 | 0,11 | 3,69 | 35,15 | 4,10 | 1,31 | 5,28 | 20,60 | 3,21 |
| Fósforo | 863,18 | 2.007,82 | 4.901,04 | 312,73 | 1.291,02 | 1.949,53 | 2.605,56 | 204,10 | 1.220,73 | 1.918,37 | 2.697,00 | 238,86 | 1.271,08 | 1.966,65 | 3.038,81 | 282,12 |
| Lítio | 0,001 | 0,06 | 2,06 | 0,15 | 0,00 | 0,03 | 0,34 | 0,05 | 0,001 | 0,04 | 0,24 | 0,05 | 0,001 | 0,03 | 0,27 | 0,06 |
| Magnésio | 136,01 | 279,79 | 636,37 | 43,85 | 168,10 | 279,54 | 398,05 | 37,62 | 171,81 | 286,01 | 445,05 | 43,01 | 151,30 | 265,22 | 348,97 | 36,00 |
| Manganês | 0,02 | 0,25 | 1,70 | 0,24 | 0,02 | 0,14 | 0,57 | 0,08 | 0,02 | 0,09 | 0,61 | 0,09 | 0,04 | 0,23 | 1,20 | 0,22 |
| Mercurio* | 0,004 | 0,14 | 1,51 | 0,17 | 0,01 | 0,14 | 0,91 | 0,15 | 0,004 | 0,24 | 1,91 | 0,24 | 0,004 | 0,03 | 0,36 | 0,04 |
| Molibdênio | 0,001 | 0,002 | 0,04 | 0,005 | 0,001 | 0,003 | 0,01 | 0,003 | 0,001 | 0,005 | 0,08 | 0,01 | 0,001 | 0,002 | 0,02 | 0,002 |
| Níquel | 0,01 | 0,05 | 1,94 | 0,18 | 0,01 | 0,03 | 0,60 | 0,07 | 0,01 | 0,04 | 0,30 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,29 | 0,04 |
| Nitrogênio | 18,40 | 28,67 | 34,50 | 2,57 | 20,55 | 28,29 | 31,75 | 2,16 | 21,43 | 28,59 | 33,30 | 2,32 | 21,31 | 28,81 | 35,36 | 2,53 |
| Potássio | 1.907,19 | 3.981,23 | 9.080,46 | 633,92 | 2.556,13 | 3.902,11 | 5.042,78 | 344,90 | 2.432,06 | 3.733,01 | 5.889,23 | 451,94 | 2.784,01 | 3.899,93 | 5.289,50 | 511,96 |
| Prata | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,002 |
| Selênio | 0,05 | 0,36 | 1,01 | 0,15 | 0,02 | 0,31 | 0,69 | 0,15 | 0,05 | 0,36 | 1,54 | 0,23 | 0,11 | 0,31 | 0,85 | 0,14 |
| Silício | 0,47 | 22,60 | 835,39 | 90,20 | 0,47 | 2,50 | 9,57 | 1,39 | 0,47 | 4,88 | 62,89 | 8,61 | 0,47 | 4,86 | 19,46 | 5,82 |
| Sódio | 155,30 | 349,08 | 678,14 | 84,59 | 210,07 | 419,51 | 904,87 | 98,03 | 189,00 | 611,02 | 1.817,55 | 270,49 | 252,71 | 457,03 | 1.025,60 | 154,48 |
| Tálio | 0,001 | 0,01 | 0,15 | 0,01 | 0,001 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,05 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,01 | 0,002 |



| Peixe total (predador + não predador) – Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Titânio | 1,33 | 3,12 | 8,06 | 0,57 | 1,81 | 2,87 | 4,05 | 0,48 | 0,08 | 2,84 | 4,22 | 0,65 | 2,45 | 3,23 | 4,01 | 0,41 |
| Urânio | 0,001 | 0,001 | 0,03 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,0004 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,0004 |
| Vanádio | 0,20 | 0,23 | 3,64 | 0,29 | 0,20 | 0,91 | 4,63 | 1,19 | 0,20 | 0,67 | 4,97 | 1,13 | 0,20 | 0,32 | 0,65 | 0,20 |
| Zinco | 0,04 | 3,90 | 10,95 | 1,10 | 2,47 | 4,68 | 24,28 | 3,10 | 1,97 | 3,18 | 6,75 | 0,88 | 1,86 | 4,01 | 10,08 | 1,49 |

Tabela 17. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 do grupo peixe na área de interesse. Legenda: *As concentrações de arsênio, cromo e mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.

| Peixe predador – Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|------|------|------------------|-------|------|------|----------------|-------|------|------|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Mercúrio* | 0,004 | 0,19 | 1,51 | 0,20 | 0,03 | 0,20 | 0,91 | 0,16 | 0,03 | 0,25 | 1,91 | 0,24 | 0,08 | 0,16 | 0,36 | 0,13 |

Tabela 18. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 em peixe predador na área de interesse. Legenda: *As concentrações de mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.

| Peixe não predador – Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|------|------|------------------|-------|------|------|----------------|-------|------|------|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Mercúrio* | 0,004 | 0,07 | 0,28 | 0,06 | 0,01 | 0,05 | 0,15 | 0,03 | 0,004 | 0,05 | 0,08 | 0,04 | 0,004 | 0,02 | 0,06 | 0,02 |

Tabela 19. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 em peixe não predador na área de interesse. Legenda: *As concentrações de mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Crustáceos – Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 1 | | | | | | | | |
|--|------------------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|--------|
| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Alumínio | 1,75 | 2,95 | 3,87 | 1,07 | 0,12 | 55,49 | 185,78 | 39,60 |
| Antimônio | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,06 | 0,01 |
| Arsênio* | 1,48 | 2,33 | 2,71 | 0,58 | 0,08 | 9,81 | 14,22 | 1,93 |
| Bário | 0,16 | 0,43 | 0,92 | 0,42 | 0,02 | 0,76 | 3,50 | 0,61 |
| Berílio | 0,00003 | 0,0001 | 0,0001 | 0,00004 | 0,00003 | 0,01 | 1,00 | 0,10 |
| Boro | 1,13 | 1,29 | 1,57 | 0,24 | 0,14 | 1,02 | 1,69 | 0,39 |
| Cádmio | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,0003 | 0,01 | 0,02 | 0,003 |
| Cálcio | 1.172,13 | 3.023,23 | 6.679,18 | 3.166,22 | 71,00 | 532,76 | 1.229,00 | 246,54 |
| Chumbo | 0,002 | 0,004 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,03 | 0,07 | 0,02 |
| Cobalto | 0,02 | 0,05 | 0,09 | 0,04 | 0,001 | 0,02 | 0,04 | 0,01 |
| Cobre | 4,79 | 5,87 | 6,76 | 1,00 | 0,04 | 4,17 | 6,86 | 0,91 |
| Cromo* | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,00 | 0,14 | 0,35 | 0,45 | 0,14 |
| Enxofre | 1.675,76 | 1.915,62 | 2.099,31 | 217,29 | 2.728,00 | 3.366,96 | 4.503,00 | 277,15 |
| Estanho | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,01 |
| Ferro | 3,28 | 4,21 | 5,22 | 0,97 | 0,11 | 39,10 | 125,11 | 27,87 |
| Fósforo | 1.628,59 | 1.706,57 | 1.854,82 | 128,45 | 1.695,00 | 2.140,42 | 2.940,00 | 202,39 |
| Lítio | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,02 | 0,001 | 0,11 | 0,27 | 0,06 |
| Magnésio | 337,32 | 459,46 | 678,58 | 190,18 | 289,00 | 395,01 | 504,00 | 44,19 |
| Manganês | 0,39 | 2,29 | 5,44 | 2,75 | 0,005 | 0,75 | 1,90 | 0,37 |
| Mercurio* | 0,04 | 0,12 | 0,18 | 0,06 | 0,004 | 0,05 | 0,53 | 0,05 |
| Molibdênio | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,01 | 0,001 | 0,04 | 0,12 | 0,03 |
| Níquel | 0,64 | 1,38 | 2,83 | 1,26 | 0,01 | 0,14 | 1,10 | 0,14 |
| Nitrogênio | 25,50 | 26,53 | 27,10 | 0,90 | 23,60 | 30,52 | 35,20 | 2,25 |
| Potássio | 2.016,33 | 2.471,41 | 2.870,55 | 429,85 | 2.037,00 | 2.978,38 | 4.243,00 | 391,58 |
| Prata | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,001 | 0,01 | 0,03 | 0,005 |
| Selênio | 0,33 | 0,41 | 0,50 | 0,08 | 0,02 | 0,37 | 0,72 | 0,19 |
| Silício | 1,56 | 4,63 | 6,47 | 2,68 | 0,47 | 58,53 | 171,13 | 38,95 |
| Sódio | 3.049,88 | 3.707,58 | 4.850,31 | 837,42 | 1.179,00 | 1.894,65 | 2.820,00 | 283,94 |
| Tálio | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,00 | 0,001 | 0,011 | 0,001 | 0,001 |
| Titânio | 1,95 | 2,00 | 2,05 | 0,05 | 0,03 | 4,23 | 8,72 | 1,47 |
| Urânio | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,00 | 0,001 | 0,003 | 0,02 | 0,003 |
| Vanádio | 0,65 | 0,93 | 1,50 | 0,49 | 0,20 | 0,31 | 2,07 | 0,36 |
| Zinco | 29,18 | 32,09 | 37,86 | 5,00 | 0,04 | 10,87 | 13,15 | 1,41 |

Tabela 20. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 em crustáceos na da área de interesse. Legenda: *As concentrações de arsênio, cromo e mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
|------------|------------------|----------|----------|--------|------------------|----------|----------|---------|----------------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------|
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Alumínio | 0,12 | 0,58 | 2,44 | 0,54 | 0,12 | 0,61 | 1,75 | 0,47 | 0,12 | 1,39 | 13,05 | 1,88 | 0,12 | 0,58 | 2,44 | 0,54 |
| Antimônio | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Arsênio* | 0,01 | 0,05 | 0,17 | 0,03 | 0,08 | 0,77 | 3,94 | 1,24 | 0,15 | 2,22 | 16,99 | 3,16 | 0,01 | 0,05 | 0,17 | 0,03 |
| Bário | 0,02 | 0,16 | 0,70 | 0,14 | 0,01 | 0,31 | 1,80 | 0,51 | 0,01 | 0,04 | 0,72 | 0,09 | 0,02 | 0,16 | 0,70 | 0,14 |
| Berílio | 0,00003 | 0,002 | 0,03 | 0,01 | 0,00003 | 0,00004 | 0,0001 | 0,00003 | 0,00003 | 0,0001 | 0,003 | 0,0003 | 0,00003 | 0,002 | 0,03 | 0,01 |
| Boro | 0,14 | 0,34 | 0,45 | 0,15 | 0,14 | 0,35 | 0,45 | 0,15 | 0,14 | 0,44 | 0,98 | 0,12 | 0,14 | 0,34 | 0,45 | 0,15 |
| Cádmio | 0,0003 | 0,0005 | 0,004 | 0,001 | 0,0003 | 0,0003 | 0,001 | 0,0002 | 0,0003 | 0,001 | 0,01 | 0,002 | 0,0003 | 0,0005 | 0,004 | 0,001 |
| Cálcio | 59,19 | 311,85 | 2.030,36 | 289,55 | 73,41 | 142,80 | 692,00 | 137,02 | 51,00 | 151,71 | 831,03 | 105,89 | 59,19 | 311,85 | 2.030,36 | 289,55 |
| Chumbo | 0,002 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,03 | 0,005 | 0,002 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| Cobalto | 0,003 | 0,02 | 0,15 | 0,03 | 0,003 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,001 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,003 | 0,02 | 0,15 | 0,03 |
| Cobre | 0,09 | 0,30 | 1,57 | 0,27 | 0,15 | 0,24 | 0,47 | 0,10 | 0,06 | 0,19 | 3,17 | 0,38 | 0,09 | 0,30 | 1,57 | 0,27 |
| Cromo* | 0,14 | 0,27 | 1,02 | 0,19 | 0,14 | 0,31 | 0,45 | 0,16 | 0,14 | 0,25 | 0,45 | 0,15 | 0,14 | 0,27 | 1,02 | 0,19 |
| Enxofre | 1.422,82 | 2.147,26 | 3.071,80 | 408,95 | 1.922,41 | 2.708,27 | 3.616,11 | 312,00 | 125,00 | 1.983,50 | 4.346,70 | 575,97 | 1.422,82 | 2.147,26 | 3.071,80 | 408,95 |
| Estanho | 0,01 | 0,03 | 0,13 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,004 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,13 | 0,03 |
| Ferro | 1,21 | 3,96 | 10,28 | 1,96 | 1,08 | 2,92 | 7,54 | 1,96 | 0,79 | 2,40 | 9,15 | 1,44 | 1,21 | 3,96 | 10,28 | 1,96 |
| Fósforo | 1.403,40 | 2.016,55 | 2.857,36 | 300,53 | 1.568,58 | 1.920,35 | 2.333,00 | 179,70 | 964,41 | 1.868,57 | 3.265,98 | 287,15 | 1.403,40 | 2.016,55 | 2.857,36 | 300,53 |
| Lítio | 0,001 | 0,07 | 0,67 | 0,12 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,003 | 0,04 | 0,25 | 0,04 | 0,001 | 0,07 | 0,67 | 0,12 |
| Magnésio | 128,23 | 278,95 | 364,32 | 43,75 | 212,78 | 279,04 | 358,29 | 33,28 | 177,12 | 319,93 | 867,00 | 88,77 | 128,23 | 278,95 | 364,32 | 43,75 |
| Manganês | 0,05 | 0,20 | 1,41 | 0,19 | 0,07 | 0,13 | 0,43 | 0,08 | 0,02 | 0,07 | 0,34 | 0,05 | 0,05 | 0,20 | 1,41 | 0,19 |
| Mercurio* | 0,004 | 0,07 | 0,27 | 0,07 | 0,09 | 0,18 | 0,43 | 0,08 | 0,03 | 0,15 | 0,56 | 0,10 | 0,004 | 0,07 | 0,27 | 0,07 |
| Molibdênio | 0,001 | 0,003 | 0,03 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,03 | 0,01 |
| Níquel | 0,01 | 0,04 | 0,38 | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,15 | 0,03 | 0,01 | 0,04 | 0,38 | 0,06 |
| Nitrogênio | 22,60 | 28,83 | 33,76 | 2,50 | 24,30 | 28,90 | 32,80 | 2,13 | 21,40 | 28,88 | 34,90 | 2,60 | 22,60 | 28,83 | 33,76 | 2,50 |
| Potássio | 2.601,39 | 3.924,87 | 5.680,78 | 542,60 | 3.347,20 | 3.892,29 | 4.532,88 | 264,89 | 1.903,09 | 3.460,67 | 4.718,82 | 544,24 | 2.601,39 | 3.924,87 | 5.680,78 | 542,60 |
| Prata | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,00 | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,0004 | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,001 |
| Selênio | 0,05 | 0,35 | 0,68 | 0,12 | 0,16 | 0,27 | 0,38 | 0,07 | 0,13 | 0,29 | 0,80 | 0,12 | 0,05 | 0,35 | 0,68 | 0,12 |
| Silício | 0,47 | 27,32 | 385,04 | 79,76 | 1,56 | 3,92 | 6,52 | 1,30 | 1,56 | 3,46 | 14,62 | 2,57 | 0,47 | 27,32 | 385,04 | 79,76 |
| Sódio | 145,18 | 334,10 | 589,18 | 85,48 | 258,00 | 409,68 | 637,24 | 89,83 | 260,00 | 697,38 | 2.552,87 | 418,00 | 145,18 | 334,10 | 589,18 | 85,48 |
| Tálio | 0,003 | 0,02 | 0,08 | 0,01 | 0,001 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,0002 | 0,003 | 0,02 | 0,08 | 0,01 |
| Titânio | 1,36 | 3,04 | 4,39 | 0,52 | 1,98 | 2,62 | 3,11 | 0,36 | 1,72 | 2,40 | 4,45 | 0,54 | 1,36 | 3,04 | 4,39 | 0,52 |
| Urânio | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,0002 | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,0004 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,002 |
| Vanádio | 0,20 | 0,25 | 3,89 | 0,44 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,65 | 0,06 | 0,20 | 0,25 | 3,89 | 0,44 |
| Zinco | 2,66 | 3,84 | 5,92 | 0,81 | 2,90 | 5,49 | 11,14 | 2,42 | 2,07 | 2,97 | 5,47 | 0,67 | 2,66 | 3,84 | 5,92 | 0,81 |

Tabela 21. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 em peixe total na área controle. Legenda: *As concentrações de arsênio, cromo e mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Peixe predador – Área controle – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|------|------|------------------|-------|------|------|----------------|-------|------|------|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Mercúrio* | 0,05 | 0,12 | 0,27 | 0,07 | 0,09 | 0,18 | 0,43 | 0,08 | 0,03 | 0,15 | 0,56 | 0,10 | 0,05 | 0,12 | 0,27 | 0,07 |

Tabela 22. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 em peixe predador na da área controle. Legenda: *As concentrações de mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.

| Peixe não predador – Área controle – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|------|------|------------------|-------|-----|----|----------------|-------|-----|----|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Mercúrio* | 0,004 | 0,05 | 0,21 | 0,05 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,004 | 0,05 | 0,21 | 0,05 |

Tabela 23. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 em peixe não predador na da área controle. Legenda: *As concentrações de mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | |
|------------|------------------|----------|----------|--------|----------------|----------|----------|--------|
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| | Alumínio | 2,43 | 6,19 | 8,68 | 2,91 | 26,14 | 67,43 | 112,70 |
| Antimônio | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Arsênio* | 0,37 | 0,68 | 1,03 | 0,24 | 4,33 | 6,79 | 9,04 | 1,24 |
| Bário | 0,36 | 4,02 | 9,49 | 3,99 | 0,09 | 0,15 | 0,23 | 0,03 |
| Berílio | 0,00003 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0003 | 0,001 | 0,001 | 0,0003 |
| Boro | 0,14 | 0,37 | 0,45 | 0,16 | 0,93 | 1,25 | 1,82 | 0,25 |
| Cádmio | 0,001 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Cálcio | 688,13 | 1.218,45 | 1.484,97 | 362,79 | 166,00 | 607,16 | 816,00 | 153,41 |
| Chumbo | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,21 | 0,04 |
| Cobalto | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,002 |
| Cobre | 4,57 | 10,28 | 16,45 | 5,53 | 2,14 | 3,42 | 4,39 | 0,59 |
| Cromo* | 0,14 | 0,38 | 0,45 | 0,14 | 0,14 | 0,29 | 0,45 | 0,16 |
| Enxofre | 1.189,75 | 1.649,36 | 1.997,98 | 351,55 | 1.366,00 | 3.199,28 | 4.547,16 | 569,37 |
| Estanho | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Ferro | 2,85 | 6,36 | 9,13 | 2,76 | 16,52 | 38,61 | 61,23 | 12,61 |
| Fósforo | 1.567,00 | 1.894,16 | 2.479,56 | 404,93 | 1.252,00 | 2.303,31 | 3.383,45 | 367,19 |
| Lítio | 0,003 | 0,21 | 0,77 | 0,37 | 0,05 | 0,13 | 0,53 | 0,11 |
| Magnésio | 311,17 | 404,66 | 457,47 | 64,31 | 216,00 | 431,98 | 616,21 | 74,23 |
| Manganês | 0,55 | 2,01 | 4,19 | 1,55 | 0,31 | 0,63 | 0,90 | 0,18 |
| Mercurio* | 0,07 | 0,14 | 0,19 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,01 |
| Molibdênio | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,003 |
| Níquel | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 0,18 | 0,03 |
| Nitrogênio | 20,50 | 25,30 | 29,00 | 3,84 | 28,00 | 31,70 | 34,20 | 1,58 |
| Potássio | 2.089,00 | 2.722,86 | 3.527,41 | 629,56 | 1.844,00 | 2.962,08 | 4.271,41 | 431,17 |
| Prata | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,01 | 0,001 |
| Selênio | 0,28 | 0,38 | 0,51 | 0,10 | 0,25 | 0,36 | 0,45 | 0,06 |
| Silício | 5,02 | 10,19 | 13,18 | 3,71 | 31,16 | 67,55 | 92,59 | 17,59 |
| Sódio | 2.297,68 | 2.495,99 | 2.809,00 | 240,68 | 301,00 | 1.824,39 | 2.427,55 | 427,74 |
| Tálio | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,00 |
| Titânio | 1,75 | 2,99 | 4,17 | 0,99 | 3,39 | 4,51 | 5,66 | 0,57 |
| Urânio | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,01 | 0,001 |
| Vanádio | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,00 |
| Zinco | 27,45 | 36,52 | 43,02 | 6,55 | 8,79 | 11,75 | 15,72 | 1,51 |

Tabela 24. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 1 em crustáceos na da área controle. Legenda: *As concentrações de arsênio, cromo e mercúrio são dadas considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Peixe total (predador + não predador) - Área de Interesse - Concentração (mg/kg) - Substância química do Tipo 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------|-------|------|------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|------|-------|---------|-------|------|-------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Arsênio inorgânico (III+V) | 0,01 | 0,06 | 0,11 | 0,04 | 0,01 | 0,07 | 0,11 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 0,18 | 0,03 | 0,05 | 0,10 | 0,13 | 0,02 |
| Ácido monometilarsônico | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Arsenobetaína | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,004 | 0,37 | 2,97 | 1,05 | 0,004 | 1,32 | 5,48 | 1,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cromo III | 0,08 | 0,33 | 1,63 | 0,37 | 0,42 | 0,45 | 0,47 | 0,03 | 0,004 | 0,33 | 1,03 | 0,47 | 0,004 | 0,14 | 1,11 | 0,39 |
| Cromo VI | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,00 | 0,01 | 0,1 | 0,004 |
| Metilmercúrio | 0,01 | 0,08 | 0,32 | 0,09 | 0,05 | 0,11 | 0,20 | 0,06 | 0,05 | 0,22 | 0,45 | 0,11 | 0,005 | 0,03 | 0,05 | 0,02 |

Tabela 25. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 2 em peixe total da área de interesse.

| Crustáceos - Área de Interesse - Concentração (mg/kg) - Substância química do Tipo 2 | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-------|------|------|
| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | DP |
| Arsênio inorgânico (III+V) | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Ácido monometilarsônico | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,08 | 0,14 | 0,08 | 0,05 |
| Arsenobetaína | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,78 | 12,92 | 19,20 | 5,25 | 5,25 |
| Cromo III | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,00 | 0,89 | 1,15 | 1,59 | 0,32 | 0,32 |
| Cromo VI | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,00 |
| Metilmercúrio | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |

Tabela 26. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 2 em crustáceos na área de interesse.

| Peixe total (predador + não predador) - Área controle - Concentração (mg/kg) - Substância química do Tipo 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-----|----|----------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Arsênio inorgânico (III+V) | 0,08 | 0,09 | 0,13 | 0,02 | - | - | - | - | 0,01 | 0,09 | 0,15 | 0,05 | 0,08 | 0,09 | 0,13 | 0,02 |
| Ácido monometilarsônico | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | - | - | - | - | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,004 |
| Arsenobetaína | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | - | - | - | - | 0,14 | 3,67 | 14,1 | 5,26 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 |
| Cromo III | 0,07 | 0,15 | 0,39 | 0,14 | - | - | - | - | 0,36 | 0,52 | 1,19 | 0,30 | 0,07 | 0,15 | 0,39 | 0,14 |
| Cromo VI | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | - | - | - | - | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 |
| Metilmercúrio | 0,01 | 0,05 | 0,09 | 0,04 | - | - | - | - | 0,05 | 0,14 | 0,20 | 0,06 | 0,01 | 0,05 | 0,09 | 0,04 |

Tabela 27. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 2 em peixe total na área controle.



| Crustáceos – Área controle – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 2 | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-------|-------|--|
| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | |
| Arsênio inorgânico (III+V) | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | |
| Ácido monometilarsônico | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,04 | |
| Arsenobetaína | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 15,40 | 15,45 | 15,50 | 0,07 | |
| Cromo III | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,00 | 0,40 | 0,90 | 1,40 | 0,71 | |
| Cromo VI | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | |
| Metilmercúrio | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,005 | |

Tabela 28. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 2 em crustáceos na área controle.

| Peixe total (predador + não predador) – Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------|------|------|------------------|-------|------|------|----------------|-------|------|------|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Cianeto | 0,50 | 0,58 | 1,00 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tolueno | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tabela 29. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 3 em peixe total na área de interesse.

| Crustáceos - Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 3 | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|------|------|----------------|-------|------|------|------|
| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | |
| Cianeto | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tolueno | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tabela 30. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 3 em crustáceos na área de interesse. - = Amostra não analisada para a substância química devido a quantidade insuficiente de amostra.

| Peixe total (predador + não predador) – Área controle – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------|------|------|------------------|-------|------|------|----------------|-------|------|------|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| Cianeto | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,00 |
| Tolueno | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |

Tabela 31. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 3 em peixe total na área controle. - = Amostra não analisada para a substância química devido a quantidade insuficiente de amostra.

| Crustáceos – Área controle – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 3 | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|------|------|----------------|-------|------|------|------|
| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | |
| Cianeto | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tolueno | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

Tabela 32. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 3 em crustáceos na área controle. - = Amostra não analisada para a substância química devido a quantidade insuficiente de amostra.



| Peixe total (predador + não predador) – Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------|------|------|------------------|-------|------|-------|----------------|-------|-------|------|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| PCB* | 0,004 | 0,02 | 0,08 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tabela 33. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 4 em peixe total na área de interesse. Legenda: * = Somatório dos 6 congêneres de Bifenilas Policloradas monitorados (PCB 28; PCB 52; PCB 101; PCB 138; PCB 153 e PCB 180).

| Crustáceos – Área de interesse – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 4 | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|-------|------|----------------|-------|------|-------|
| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| PCB* | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,005 | 0,01 | 0,002 |

Tabela 34. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 4 em crustáceos na área de interesse. Legenda: * = Somatório dos 6 congêneres de Bifenilas Policloradas monitorados (PCB 28; PCB 52; PCB 101; PCB 138; PCB 153 e PCB 180).

| Peixe total (predador + não predador) – Área controle – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------|------|------|------------------|-------|-----|----|----------------|-------|-------|------|---------|-------|------|------|
| SQ | Região Dulcícola | | | | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | | Cultivo | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| PCB* | 0,004 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | - | - | - | - | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |

Tabela 35. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 4 em peixe total na área controle. Legenda: - = Amostra não analisada para a substância química devido a quantidade insuficiente de amostra. * = Somatório dos 6 congêneres de Bifenilas Policloradas monitorados (PCB 28; PCB 52; PCB 101; PCB 138; PCB 153 e PCB 180).

| Crustáceos – Área controle – Concentração (mg/kg) – Substância química do Tipo 4 | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-------|------|
| SQ | Região Estuarina | | | | Região Marinha | | | |
| | Min | Média | Máx | DP | Min | Média | Máx | DP |
| PCB* | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,00 |

Tabela 36. Concentrações (mg/kg) das substâncias químicas do Tipo 4 em crustáceos na área controle. Legenda: * = Somatório dos 6 congêneres de Bifenilas Policloradas monitorados (PCB 28; PCB 52; PCB 101; PCB 138; PCB 153 e PCB 180).



3.2.1.3 Avaliação de irregularidades para as substâncias químicas investigadas

Conforme apresentado no item 2 deste documento, a avaliação de irregularidades quanto aos limites legais das substâncias químicas investigadas foi realizada a partir do levantamento dos limites máximos tolerados, realizado pela equipe de perícia, para arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio e PCB no pescado em geral e para aldrin, endrin, acefato e clorpirifós especificamente em peixes de cultivo.

Os peixes coletados na região estuarina eram de origem marinha e de água doce, portanto foi aplicado o limite legal mais protetor, que é aquele estabelecido para organismos marinhos.

A Tabela 37 a seguir apresenta os limites máximos tolerados para cada substância química no pescado (peixes e crustáceos) e o número de amostras de pescado quantificadas acima dos limites máximos tolerados, por região avaliada.



| SQ | Alimento | LMT (*-54) | | Região dulcícola | | | | Região estuarina | | | | Região marinha | | | | Cultivo | |
|---|---------------------------------------|------------|---------|------------------|-----------|----------|-----------|------------------|-------------|----------|------------|----------------|--------------|----------|--------------|-----------|-----------|
| | | Valor | Unidade | Interesse | | Controle | | Interesse | | Controle | | Interesse | | Controle | | Interesse | |
| | | | | Total | > LMT | Total | > LMT | Total | > LMT | Total | > LMT | Total | > LMT | Total | > LMT | Total | > LMT |
| Arsênio*5 | Peixes | 1 | mg/kg | 399 | 1 (0,25%) | 76 | 0 (0,00%) | 120 | 9 (7,50%) | 20 | 4 (20,00%) | 147 | 78 (53,06%) | 73 | 28 (38,36%) | 89 | 0 (0,00%) |
| | Crustáceos | 1 | mg/kg | - | - | - | - | 4 | 4 (100,00%) | 5 | 1 (20,00%) | 104 | 103 (99,04%) | 22 | 22 (100,00%) | - | - |
| Cádmio*5 | Peixes | 0,05 | mg/kg | 380 | 9 (2,37%) | 71 | 0 (0,00%) | 112 | 0 (0,00%) | 20 | 0 (0,00%) | 132 | 0 (0,00%) | 66 | 0 (0,00%) | 80 | 0 (0,00%) |
| | Crustáceos | 0,5 | mg/kg | - | - | - | - | 3 | 0 (0,00%) | 4 | 0 (0,00%) | 100 | 0 (0,00%) | 20 | 0 (0,00%) | - | - |
| Chumbo*5 | Peixes | 0,3 | mg/kg | 380 | 0 (0,00%) | 71 | 0 (0,00%) | 112 | 0 (0,00%) | 20 | 0 (0,00%) | 132 | 0 (0,00%) | 66 | 0 (0,00%) | 80 | 0 (0,00%) |
| | Crustáceos | 0,5 | mg/kg | - | - | 0 | - | 3 | 0 (0,00%) | 4 | 0 (0,00%) | 100 | 0 (0,00%) | 20 | 0 (0,00%) | - | - |
| Mercúrio*5 | Peixes predadores | 1 | mg/kg | 214 | 2 (0,93%) | 21 | 0 (0,00%) | 71 | 0 (0,00%) | 20 | 0 (0,00%) | 144 | 3 (2,08%) | 73 | 0 (0,00%) | 5 | 0 (0,00%) |
| | Peixes não predadores | 0,5 | mg/kg | 185 | 0 (0,00%) | 55 | 0 (0,00%) | 49 | 0 (0,00%) | - | - | 3 | 0 (0,00%) | - | - | 84 | 0 (0,00%) |
| | Crustáceos | 0,5 | mg/kg | - | - | - | - | 4 | 0 (0,00%) | 5 | 0 (0,00%) | 104 | 2 (1,92%) | 22 | 0 (0,00%) | - | - |
| | Peixes marinhos no geral e crustáceos | 75 | ng/g | - | - | - | - | 7 | 0 (0,00%) | 1 | 0 (0,00%) | 19 | 0 (0,00%) | 9 | 0 (0,00%) | - | - |
| Bifenilas Policloradas Totais (PCB s)*6 | Peixes de água doce no geral | 125 | ng/g | 18 | 0 (0,00%) | 4 | 0 (0,00%) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 0 (0,00%) |
| Aldrin*5 | Peixe de cultivo | 15 | µg/kg | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 0 (0,00%) |
| Endrin*5 | Peixe de cultivo | 15 | µg/kg | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 0 (0,00%) |
| Acefato*5 | Peixe de cultivo | 10 | µg/kg | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 0 (0,00%) |
| Clorpirifós*5 | Peixe de cultivo | 10 | µg/kg | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 0 (0,00%) |

Tabela 37. Número total de amostras de pescado quantificadas acima dos limites máximos tolerados. *Limites máximos tolerados de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio oriundos da ANVISA, 2021d. *Limites máximos tolerados do somatório dos PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 e PCB180 obtidos da EU, 2011. *Limites de referência obtidos da IN do MAPA nº20/2018.



Conforme apresentado na Tabela 37 acima, não foi observado extrapolação dos limites legais estabelecidos em nenhuma das amostras quantificadas para o chumbo total, para o somatório dos PCBs monitorados para o peiscoa em geral e para aldrin, endrin, acefato e clorpirifós em peixes de cultivo.

Para o arsênio total foi observado a extrapolação do limite máximo tolerado em 0,25% das amostras de peixes analisadas provenientes da região dulcícola, 7,50% da região estuarina e 53,06% da região marinha. Para o cádmio total, a extrapolação do limite máximo tolerado ocorreu em 2,37% das amostras de peixes analisadas na região dulcícola.

Para o mercúrio total foi observada extrapolação do limite máximo tolerado para peixes predadores em 0,93% das amostras provenientes da região dulcícola e em 2,08% das amostras oriundas da região marinha. Também foi observada a extrapolação do limite máximo tolerado de 1,92% das amostras de crustáceos provenientes da região marinha.

Conforme preconizado pela ANVISA, “caso um alimento não possua limites máximos definidos no Brasil, podem ser adotados os limites estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas, como Codex Alimentarius e os regulamentos da União Europeia. No entanto, se também não existir limite especificado nestas referências, não se admite a presença do contaminante no alimento específico” (ANVISA, 2021b).

Neste sentido, a equipe de perícia identificou quais são as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados definidos no Brasil ou em âmbito internacional, que estão presentes no pescado analisado.

As substâncias que foram detectadas e/ou quantificadas nas amostras de pescado analisadas pela equipe de perícia foram: alumínio, antimônio, bário, berílio, estanho, prata, tálio, titânio, urânio, arsenobetaína, ácido monometilarsônico, cromo VI, metilmercúrio, tolueno e cianeto. Na Figura 5 a seguir, é apresentada a proporção entre as amostras detectadas e não detectadas, bem como entre as quantificadas e não quantificadas para essas substâncias químicas.

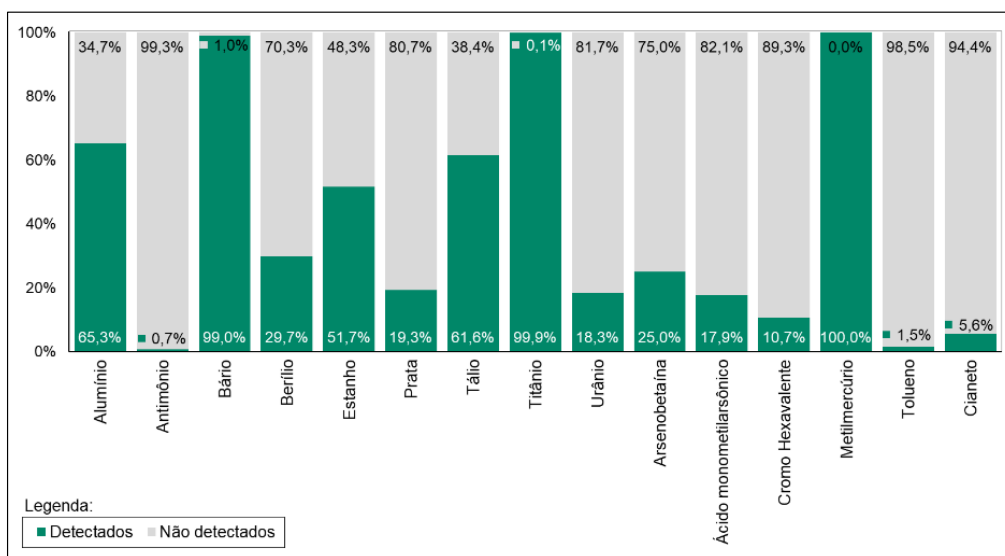


Figura 5. Proporção de detecções e quantificações observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados



A equipe de perícia salienta que o termo detectado, dentro do contexto apresentado, se refere ao somatório das porcentagens de amostras que foram quantificadas (resultado acima do limite de quantificação do método) e detectadas (cujo resultado está entre os limites de detecção e quantificação do método analítico). O termo não detectado se refere apenas às substâncias químicas cujo resultado foi observado abaixo do limite de detecção do método.

A equipe de perícia não considerou os nutrientes para esta inferência, pois a maioria dos nutrientes são obtidos através da dieta (alimento, água e bebidas).

3.2.2 Estimativa do consumo de pescado e do peso corpóreo da população residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse

As estimativas de consumo de crustáceos e peixes utilizadas pela equipe de perícia para o cálculo da exposição estão apresentadas a seguir na Tabela 38.

O Percentil 5 (P5) representa o valor consumido em g/dia por 5% da população na cauda inferior da distribuição, enquanto o Percentil 95 (P95) é o valor consumido por 5% das pessoas na cauda superior da distribuição. Os percentis são utilizados para determinar os baixos e alto consumidores, respectivamente. A média é o valor médio consumido pelos entrevistados que relataram consumir peixe ou crustáceo, enquanto o consumo médio per capita se refere ao valor médio consumido por todos os indivíduos naquele grupo específico (consumidores e não consumidores de pescado).

| Alimento | Estimativa | Homem | | | Mulher | | |
|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | | 1 – 6 anos | 7–17 anos | ≥ 18 anos | 1 – 6 anos | 7–17 anos | ≥ 18 anos |
| Crustáceos | P5 | 0,05 | 0,10 | 0,10 | 0,05 | 0,10 | 0,10 |
| | Per capita | 0,83 | 0,67 | 2,28 | 1,09 | 0,56 | 1,21 |
| | Média | 3,76 | 2,17 | 6,45 | 4,26 | 1,63 | 3,93 |
| | P95 | 10,23 | 11,43 | 28,36 | 8,27 | 5,99 | 22,08 |
| Peixes | P5 | 0,33 | 0,33 | 0,66 | 0,35 | 0,33 | 0,33 |
| | Per capita | 10,11 | 14,32 | 18,38 | 11,00 | 10,45 | 11,48 |
| | Média | 13,76 | 20,65 | 23,59 | 13,73 | 14,73 | 14,33 |
| | P95 | 51,43 | 102,86 | 108,86 | 47,14 | 47,31 | 51,43 |

Tabela 38. Percentis, consumo médio e consumo médio per capita (g/dia) de peixes e crustáceos, por faixa etária e por sexo da população residente nos 42 municípios vinculados a área de interesse.



A Tabela 39 apresenta a estimativa de peso corpóreo da população residente nos municípios de interesse. Na tabela, além da média, são apresentados os valores mínimos, máximos, o percentil 95 e a mediana.

| Estimativas | Homem | | | Mulher | | |
|-------------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|
| | 1 – 6 anos | 7 – 17 anos | ≥ 18 anos | 1 – 6 anos | 7 – 17 anos | ≥ 18 anos |
| Min | 8 | 9 | 36 | 6 | 15 | 34 |
| Média | 17 | 47 | 77 | 17 | 46 | 69 |
| Mediana | 16 | 45 | 74 | 15 | 45 | 68 |
| P95 | 28 | 77 | 104 | 30 | 73 | 95 |
| Max | 39 | 102 | 145 | 38 | 101 | 127 |

Tabela 39. Peso médio (kg) da população residente (dividida por estrato etário e sexo) nos 42 municípios vinculados a área de interesse

O detalhamento dos resultados de consumo de pescado e do peso corpóreo da população residente na área de interesse, obtidos por meio da aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar, foi previamente apresentado no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258).

3.2.3 Quantificação da exposição às substâncias químicas investigadas no pescado analisado

A exposição foi quantificada por meio da equação:

$$\text{Exposição} = \frac{\sum(\text{Concentração do contaminante químico presente no alimento} \times \text{Consumo do alimento})}{\text{Peso corpóreo}}$$

Os componentes da equação incluem: a concentração da substância química no alimento, o consumo do alimento e o peso corpóreo.

Para a quantificação da exposição, a equipe de perícia considerou as seguintes premissas:

- Os dados de consumo de alimentos e peso corpóreo da população foram obtidos a partir das respostas obtidas com a aplicação de um Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar nos 42 municípios vinculados à área de interesse, a fim de fornecer informações mais refinadas sobre a exposição da população residente na área atingida pelo rompimento da barragem de Fundão;
- O valor de concentração das substâncias químicas foi obtido por meio da avaliação da concentração do pescado oriundo das regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos na área de interesse;
- A região dulcícola engloba todos os cursos de água da bacia do rio Doce atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão, notadamente: rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo e rio Doce;
- O cálculo da exposição do pescado foi realizado a partir dos dados de concentração das substâncias químicas e consumo de peixes e crustáceos, especificamente;
- No caso dos peixes, foi utilizada a média da concentração de cada substância química;
- Para os crustáceos, foi aplicada a média da concentração de cada substância química (entre todos os crustáceos coletados);
- As substâncias químicas sem detecção em nenhuma das amostras analisadas, considerando cada região amostrada (regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos), não foram submetidas à avaliação da exposição;
- As substâncias químicas detectadas em pelo menos uma das amostras analisadas, considerando cada região amostrada (regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos), foram submetidas à avaliação da exposição;



- O tratamento das concentrações censuradas foi realizado considerando a abordagem previamente apresentada no item 3.1.1.3 deste documento;
- Para substâncias químicas detectadas (resultado $< LOQ$ e $\geq LOD$), os valores foram atribuídos como $LOQ/2$;
- Para substâncias químicas não detectadas (resultado $< LOD$), os valores foram atribuídos como $LOD/2$;
- Para a avaliação da exposição aos PCB foi utilizada a média do somatório dos congêneres de PCB vezes 2 (Média (PCB 101+PCB 138+PCB 153+PCB 180+PCB 28+PCB 52) x 2), a fim de que a exposição ao PCB total não semelhante a dioxina pudesse ser estimada;
- O arsênio total não foi utilizado para avaliar a segurança do pescado porque ele computa o somatório das espécies orgânicas e inorgânicas de arsênio;
- Para a avaliação da exposição ao arsênio foi utilizada a média oriunda do somatório do arsênio inorgânico III + V (As III + As V);
- O somatório do arsênio inorgânico III + V foi selecionado por se tratar das espécies químicas de arsênio de maior importância toxicológica entre todas as espécies químicas de arsênio monitoradas;
- Para avaliação da exposição ao cromo foram utilizados os dados de concentração do cromo trivalente (III) e hexavalente (VI), em função do cromo III ser considerado um elemento essencial (nutriente), enquanto o cromo VI tem importância toxicológica;
- Para a avaliação da exposição ao mercúrio foram utilizados os resultados das concentrações de mercúrio total e metilmercúrio. A equipe de perícia ressalta que as recomendações do CODEX e da EFSA indicam avaliar os resultados obtidos para mercúrio total em conjunto com os resultados de metilmercúrio, uma vez que este último é mais abundante e possui maior importância toxicológica. Desta forma, a análise do mercúrio total é considerada útil como instrumento de triagem e, em caso de extrapolação dos valores de segurança para o metal livre, a avaliação da forma orgânica foi realizada, seguindo a metodologia preconizada pelo CODEX (CODEX, 2013);
- A exposição foi calculada para os 3 estratos etários (1– 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos) e ambos os sexos (feminino e masculino), conforme apresentado no item 3.1.2 deste documento;
- O percentil 95 (P95) e a média do consumo entre os consumidores de peixe e crustáceos da área de interesse foram utilizados no cálculo da exposição às substâncias químicas decorrentes do consumo de peixe e crustáceos, respectivamente;
- O peso médio (kg) da população (dos 3 estratos etários e sexos investigados) residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse foi empregado para o cálculo da exposição;
- O comportamento mão-boca (crianças) não foi levado em consideração para o cálculo da exposição;
- Fatores de processamento, como cocção, dos alimentos não foram considerados;
- Para a avaliação da exposição, uma abordagem determinística e conservadora foi adotada, uma vez que foram utilizados valores fixos para os parâmetros de entrada no cálculo da exposição e foi adotado o cenário de consumo dos altos consumidores e consumidores da média, entre os residentes nos 42 municípios vinculados à área de interesse;
- Nenhuma outra fonte de exposição (água, suplementos e demais grupos alimentares) foi avaliada além do pescado (peixe e crustáceos);
- O resultado da exposição às substâncias químicas decorrente do consumo de pescado foi obtido a partir do somatório da exposição oriunda do consumo de peixes e crustáceos (conforme apresentado na equação apresentada acima);
- Para a avaliação da exposição, foi considerado que 100% do composto presente no alimento estava em sua forma tóxica;
- Para avaliação da exposição, foi considerado que após ingerido, 100% do composto seria absorvido, logo a taxa de absorção equivale a 1, e, portanto, este parâmetro foi omitido da fórmula do cálculo de exposição;
- Para as substâncias cujo valor de orientação é expresso em termos da ingestão recomendada, ingestão adequada e limite máximo diário, a exposição foi expressa como quantidade da substância química ingerida por dia ($\mu\text{g}/\text{dia}$).



Os resultados da exposição às substâncias químicas investigadas no pescado estão apresentados da Tabela 40 até a Tabela 79, a seguir. Esses valores foram utilizados para a avaliação da segurança do alimento (pescado), cuja abordagem e resultados estão apresentados nos itens 2 e 5 deste relatório, respectivamente.



| Substância química | Região Dulcícola – Exposição (µg/dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Essenciais | | | | | |
|--------------------|--|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Boro | 18,02 | 4,82 | 36,82 | 7,39 | 30,74 | 8,46 |
| Cálcio | 14.560,30 | 3.895,72 | 29.744,87 | 5.971,83 | 24.837,99 | 6.836,45 |
| Cobalto | 0,69 | 0,19 | 1,42 | 0,28 | 1,18 | 0,33 |
| Cobre | 14,76 | 3,95 | 30,15 | 6,05 | 25,18 | 6,93 |
| Enxofre | 113.941,51 | 30.485,91 | 232.768,33 | 46.732,53 | 194.369,54 | 53.498,56 |
| Ferro | 199,51 | 53,38 | 407,58 | 81,83 | 340,34 | 93,68 |
| Fósforo | 100.977,67 | 27.017,34 | 206.284,81 | 41.415,48 | 172.254,90 | 47.411,69 |
| Lítio | 3,08 | 0,82 | 6,30 | 1,26 | 5,26 | 1,45 |
| Magnésio | 14.071,39 | 3.764,91 | 28.746,09 | 5.771,31 | 24.003,97 | 6.606,89 |
| Manganês | 12,47 | 3,34 | 25,48 | 5,12 | 21,28 | 5,86 |
| Mercurio* | 0,41 | 0,11 | 0,30 | 0,06 | 0,15 | 0,04 |
| Molibdênio | 0,11 | 0,03 | 0,23 | 0,05 | 0,20 | 0,05 |
| Nitrogênio | 56.325,53 | 15.070,32 | 115.066,05 | 23.101,63 | 96.084,10 | 26.446,33 |
| Potássio | 200.224,67 | 53.571,62 | 409.034,09 | 82.121,13 | 341.557,49 | 94.010,79 |
| Selênio | 17,96 | 4,81 | 36,70 | 7,37 | 30,64 | 8,43 |
| Silício | 1.136,59 | 304,10 | 2.321,92 | 466,17 | 1.938,88 | 533,66 |
| Sódio | 17.555,78 | 4.697,18 | 35.864,28 | 7.200,41 | 29.947,90 | 8.242,91 |
| Vanádio | 11,62 | 3,11 | 23,73 | 4,76 | 19,82 | 5,45 |
| Zinco | 196,26 | 52,51 | 400,93 | 80,49 | 334,79 | 92,15 |
| | Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | |
| Níquel | 0,16 | 0,04 | 0,12 | 0,02 | 0,06 | 0,02 |

Tabela 40. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1, em µg/dia, na região dulcícola – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.
Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Região Dulcícola - Exposição (µg/dia) - Sexo Feminino - SQ do Tipo 1 - Essenciais | | | | | |
|--------------------|---|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 - 6 anos | | 7 - 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Boro | 16,75 | 4,88 | 16,92 | 5,27 | 18,47 | 5,14 |
| Cálcio | 13.533,88 | 3.941,14 | 13.666,89 | 4.253,89 | 14.918,85 | 4.156,45 |
| Cobalto | 0,65 | 0,19 | 0,65 | 0,20 | 0,71 | 0,20 |
| Cobre | 13,72 | 3,99 | 13,85 | 4,31 | 15,12 | 4,21 |
| Enxofre | 105.909,30 | 30.841,37 | 106.950,20 | 33.288,77 | 116.747,33 | 32.526,29 |
| Ferro | 185,45 | 54,00 | 187,27 | 58,29 | 204,42 | 56,95 |
| Fósforo | 93.859,33 | 27.332,35 | 94.781,80 | 29.501,30 | 103.464,26 | 28.825,57 |
| Lítio | 2,87 | 0,83 | 2,89 | 0,90 | 3,16 | 0,88 |
| Magnésio | 13.079,43 | 3.808,80 | 13.207,98 | 4.111,05 | 14.417,89 | 4.016,88 |
| Manganês | 11,59 | 3,38 | 11,71 | 3,64 | 12,78 | 3,56 |
| Mercurio* | 0,38 | 0,11 | 0,14 | 0,04 | 0,10 | 0,03 |
| Molibdênio | 0,11 | 0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,12 | 0,03 |
| Nitrogênio | 52.354,91 | 15.246,03 | 52.869,46 | 16.455,88 | 57.712,55 | 16.078,95 |
| Potássio | 186.109,99 | 54.196,25 | 187.939,12 | 58.496,97 | 205.155,22 | 57.157,09 |
| Selênio | 16,70 | 4,88 | 16,86 | 5,25 | 18,41 | 5,13 |
| Silício | 1.056,47 | 307,65 | 1.066,85 | 332,06 | 1.164,58 | 324,46 |
| Sódio | 16.318,20 | 4.751,95 | 16.478,58 | 5.129,04 | 17.988,10 | 5.011,56 |
| Vanádio | 10,80 | 3,14 | 10,90 | 3,39 | 11,90 | 3,32 |
| Zinco | 182,42 | 53,12 | 184,22 | 57,34 | 201,09 | 56,02 |
| | Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | |
| Níquel | 0,15 | 0,04 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 0,01 |

Tabela 41. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 em µg/dia na região dulcícola - dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Região Estuarina – Exposição (µg/dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-----------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|----------|------------|-----------|-----|-------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Boro | 35,53 | 10,79 | 60,96 | 12,08 | 75,17 | 16,94 | 22,65 | 6,06 | 46,27 | 9,29 | 38,64 | 10,63 | 12,88 | 4,73 | 14,69 | 2,79 | 36,53 | 8,31 | | |
| Cálcio | 39.055,31 | 13.466,90 | 52.486,08 | 10.164,85 | 100.842,07 | 23.647,48 | 8.801,20 | 2.354,83 | 17.979,75 | 3.609,77 | 15.013,71 | 4.132,39 | 30.254,11 | 11.112,07 | 34.506,33 | 6.555,09 | 85.828,36 | 19.515,08 | | |
| Cobalto | 0,99 | 0,31 | 1,60 | 0,31 | 2,21 | 0,55 | 0,52 | 0,14 | 1,06 | 0,21 | 0,89 | 0,24 | 0,47 | 0,17 | 0,53 | 0,10 | 1,32 | 0,30 | | |
| Cobre | 69,24 | 24,38 | 88,46 | 17,04 | 184,52 | 42,81 | 10,52 | 2,82 | 21,50 | 4,32 | 17,95 | 4,94 | 58,71 | 21,57 | 66,97 | 12,72 | 166,57 | 37,87 | | |
| Enxofre | 141.558,94 | 39.787,06 | 271.889,76 | 54.350,73 | 263.163,40 | 69.830,25 | 122.388,98 | 32.746,09 | 250.025,45 | 50.197,22 | 208.779,83 | 57.464,87 | 19.169,96 | 7.040,96 | 21.864,30 | 4.153,51 | 54.383,56 | 12.365,37 | | |
| Ferro | 234,83 | 67,03 | 441,72 | 88,16 | 448,24 | 117,65 | 192,70 | 51,56 | 393,67 | 79,04 | 328,73 | 90,48 | 42,13 | 15,47 | 48,05 | 9,13 | 119,51 | 27,17 | | |
| Fósforo | 115.123,94 | 32.505,53 | 219.773,99 | 43.913,30 | 215.702,56 | 57.051,14 | 98.045,97 | 26.232,94 | 200.295,70 | 40.213,05 | 167.253,78 | 46.035,18 | 17.077,98 | 6.272,59 | 19.478,29 | 3.700,25 | 48.448,77 | 11.015,96 | | |
| Lítio | 2,18 | 0,67 | 3,68 | 0,73 | 4,68 | 1,17 | 1,32 | 0,35 | 2,70 | 0,54 | 2,26 | 0,62 | 0,85 | 0,31 | 0,97 | 0,18 | 2,42 | 0,55 | | |
| Magnésio | 18.656,36 | 5.450,22 | 33.963,80 | 6.762,22 | 37.025,78 | 9.566,64 | 14.058,45 | 3.761,44 | 28.719,65 | 5.766,00 | 23.981,90 | 6.600,81 | 4.597,91 | 1.688,77 | 5.244,15 | 996,22 | 13.043,88 | 2.965,83 | | |
| Manganês | 29,95 | 10,30 | 40,52 | 7,85 | 76,97 | 18,08 | 7,06 | 1,89 | 14,42 | 2,90 | 12,04 | 3,31 | 22,89 | 8,41 | 26,10 | 4,96 | 64,93 | 14,76 | | |
| Mercurio* | 0,49 | 0,14 | 0,34 | 0,07 | 0,20 | 0,05 | 0,42 | 0,11 | 0,31 | 0,06 | 0,16 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | | |
| Molibdênio | 0,84 | 0,29 | 1,08 | 0,21 | 2,22 | 0,52 | 0,14 | 0,04 | 0,28 | 0,06 | 0,23 | 0,06 | 0,70 | 0,26 | 0,80 | 0,15 | 1,99 | 0,45 | | |
| Nitrogênio | 65.949,66 | 18.679,77 | 125.367,97 | 25.042,16 | 124.232,86 | 32.785,54 | 55.577,61 | 14.870,21 | 113.538,13 | 22.794,87 | 94.808,24 | 26.095,16 | 10.372,05 | 3.809,56 | 11.829,84 | 2.247,29 | 29.424,62 | 6.690,38 | | |
| Potássio | 220.977,26 | 61.590,74 | 429.112,82 | 85.847,64 | 404.931,61 | 108.095,44 | 196.245,36 | 52.506,93 | 400.904,85 | 80.489,04 | 334.769,31 | 92.142,40 | 24.731,90 | 9.083,81 | 28.207,96 | 5.358,60 | 70.162,30 | 15.953,04 | | |
| Selênio | 19,53 | 5,63 | 36,20 | 7,22 | 37,95 | 9,89 | 15,43 | 4,13 | 31,53 | 6,33 | 26,33 | 7,25 | 4,10 | 1,50 | 4,67 | 0,89 | 11,62 | 2,64 | | |
| Silício | 172,07 | 50,66 | 309,72 | 61,61 | 345,92 | 88,92 | 125,75 | 33,64 | 256,89 | 51,58 | 214,51 | 59,04 | 46,32 | 17,01 | 52,83 | 10,04 | 131,41 | 29,88 | | |
| Sódio | 58.200,52 | 19.272,36 | 85.417,87 | 16.692,15 | 141.247,18 | 33.838,64 | 21.098,00 | 5.644,93 | 43.100,59 | 8.653,24 | 35.990,47 | 9.906,07 | 37.102,52 | 13.627,43 | 42.317,28 | 8.038,92 | 105.256,70 | 23.932,57 | | |
| Vanádio | 55,05 | 15,66 | 104,01 | 20,77 | 104,48 | 27,49 | 45,69 | 12,23 | 93,35 | 18,74 | 77,95 | 21,45 | 9,35 | 3,44 | 10,67 | 2,03 | 26,54 | 6,03 | | |
| Zinco | 556,34 | 180,89 | 846,74 | 166,04 | 1.312,31 | 317,59 | 235,17 | 62,92 | 480,43 | 96,45 | 401,17 | 110,42 | 321,17 | 117,96 | 366,31 | 69,59 | 911,14 | 207,17 | | |
| | Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Níquel | 0,91 | 0,32 | 0,41 | 0,08 | 0,54 | 0,13 | 0,10 | 0,03 | 0,07 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,81 | 0,30 | 0,33 | 0,06 | 0,51 | 0,12 | | |

Tabela 42. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 em µg/dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Região Estuarina – Exposição (µg/dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 1 – Essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Boro | 31,60 | 11,56 | 28,95 | 8,71 | 51,67 | 11,54 | 21,05 | 6,13 | 21,26 | 6,62 | 23,21 | 6,47 | 10,55 | 5,43 | 7,69 | 2,09 | 28,47 | 5,07 |
| Cálcio | 32.959,36 | 15.141,07 | 26.339,87 | 7.488,23 | 75.900,56 | 14.431,17 | 8.180,76 | 2.382,28 | 8.261,16 | 2.571,33 | 9.017,93 | 2.512,43 | 24.778,60 | 12.758,79 | 18.078,71 | 4.916,91 | 66.882,64 | 11.918,74 |
| Cobalto | 0,87 | 0,34 | 0,77 | 0,23 | 1,56 | 0,33 | 0,48 | 0,14 | 0,49 | 0,15 | 0,53 | 0,15 | 0,38 | 0,20 | 0,28 | 0,08 | 1,03 | 0,18 |
| Cobre | 57,87 | 27,61 | 44,96 | 12,62 | 140,58 | 26,13 | 9,78 | 2,85 | 9,88 | 3,07 | 10,78 | 3,00 | 48,09 | 24,76 | 35,09 | 9,54 | 129,80 | 23,13 |
| Enxofre | 129.461,77 | 41.212,28 | 126.334,58 | 38.872,26 | 167.781,77 | 42.489,83 | 113.761,27 | 33.127,90 | 114.879,34 | 35.756,76 | 125.402,82 | 34.937,74 | 15.700,50 | 8.084,37 | 11.455,24 | 3.115,51 | 42.378,95 | 7.552,09 |
| Ferro | 213,62 | 69,93 | 206,05 | 63,15 | 290,58 | 71,61 | 179,12 | 52,16 | 180,88 | 56,30 | 197,45 | 55,01 | 34,50 | 17,77 | 25,17 | 6,85 | 93,13 | 16,60 |
| Fósforo | 105.121,42 | 33.740,94 | 102.235,13 | 31.420,30 | 138.214,56 | 34.716,61 | 91.134,29 | 26.538,80 | 92.029,98 | 28.644,78 | 100.460,36 | 27.988,67 | 13.987,13 | 7.202,14 | 10.205,15 | 2.775,52 | 37.754,21 | 6.727,94 |
| Lítio | 1,93 | 0,72 | 1,75 | 0,53 | 3,24 | 0,71 | 1,23 | 0,36 | 1,24 | 0,39 | 1,36 | 0,38 | 0,70 | 0,36 | 0,51 | 0,14 | 1,89 | 0,34 |
| Magnésio | 16.833,17 | 5.744,33 | 15.943,37 | 4.854,52 | 24.569,22 | 5.824,56 | 13.067,41 | 3.805,30 | 13.195,84 | 4.107,27 | 14.404,64 | 4.013,19 | 3.765,76 | 1.939,03 | 2.747,54 | 747,25 | 10.164,58 | 1.811,37 |
| Manganês | 25,31 | 11,56 | 20,30 | 5,78 | 57,83 | 11,03 | 6,56 | 1,91 | 6,63 | 2,06 | 7,23 | 2,01 | 18,75 | 9,65 | 13,68 | 3,72 | 50,60 | 9,02 |
| Mercurio* | 0,45 | 0,14 | 0,16 | 0,05 | 0,14 | 0,04 | 0,39 | 0,11 | 0,14 | 0,04 | 0,10 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,01 |
| Molibdênio | 0,70 | 0,33 | 0,55 | 0,15 | 1,69 | 0,31 | 0,13 | 0,04 | 0,13 | 0,04 | 0,14 | 0,04 | 0,57 | 0,30 | 0,42 | 0,11 | 1,55 | 0,28 |
| Nitrogênio | 60.154,58 | 19.417,70 | 58.365,37 | 17.923,04 | 79.875,65 | 19.951,56 | 51.659,71 | 15.043,59 | 52.167,43 | 16.237,37 | 56.946,21 | 15.865,45 | 8.494,87 | 4.374,11 | 6.197,94 | 1.685,67 | 22.929,44 | 4.086,11 |
| Potássio | 202.667,02 | 63.549,10 | 198.982,82 | 61.353,83 | 255.752,62 | 65.764,38 | 182.411,20 | 53.119,14 | 184.203,98 | 57.334,39 | 201.077,92 | 56.021,14 | 20.255,81 | 10.429,96 | 14.778,84 | 4.019,43 | 54.674,70 | 9.743,24 |
| Selênio | 17,70 | 5,91 | 16,94 | 5,18 | 24,87 | 6,02 | 14,35 | 4,18 | 14,49 | 4,51 | 15,82 | 4,41 | 3,35 | 1,73 | 2,45 | 0,67 | 9,05 | 1,61 |
| Silício | 154,82 | 53,57 | 145,71 | 44,27 | 231,25 | 54,14 | 116,88 | 34,04 | 118,03 | 36,74 | 128,85 | 35,90 | 37,94 | 19,53 | 27,68 | 7,53 | 102,40 | 18,25 |
| Sódio | 49.998,26 | 21.357,65 | 41.974,50 | 12.193,83 | 103.639,91 | 20.639,44 | 19.610,71 | 5.710,75 | 19.803,45 | 6.163,92 | 21.617,54 | 6.022,74 | 30.387,55 | 15.646,90 | 22.171,05 | 6.029,91 | 82.022,37 | 14.616,70 |
| Vanádio | 50,13 | 16,31 | 48,48 | 14,87 | 67,50 | 16,73 | 42,47 | 12,37 | 42,89 | 13,35 | 46,82 | 13,04 | 7,66 | 3,94 | 5,59 | 1,52 | 20,68 | 3,69 |
| Zinco | 481,64 | 199,10 | 412,66 | 120,90 | 950,97 | 193,66 | 218,59 | 63,66 | 220,74 | 68,71 | 240,96 | 67,13 | 263,04 | 135,44 | 191,92 | 52,20 | 710,01 | 126,53 |
| Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Níquel | 0,75 | 0,37 | 0,21 | 0,06 | 0,47 | 0,09 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,66 | 0,34 | 0,18 | 0,05 | 0,44 | 0,08 |

Tabela 43. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 em µg/dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-----------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|-----|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 |
| Boro | 34,66 | 10,29 | 61,55 | 12,23 | 70,70 | 18,07 | 24,41 | 6,53 | 49,87 | 10,01 | 41,65 | 11,46 | 10,24 | 3,76 | 11,68 | 2,22 | 29,06 | 6,61 | |
| Cálcio | 16.549,48 | 4.959,66 | 28.997,84 | 5.756,17 | 34.261,38 | 8.706,15 | 11.218,04 | 3.001,47 | 22.917,06 | 4.601,02 | 19.136,53 | 5.267,17 | 5.331,44 | 1.958,19 | 6.080,77 | 1.155,15 | 15.124,85 | 3.438,99 | |
| Cobalto | 0,58 | 0,18 | 0,97 | 0,19 | 1,23 | 0,31 | 0,35 | 0,09 | 0,72 | 0,14 | 0,60 | 0,17 | 0,22 | 0,08 | 0,25 | 0,05 | 0,63 | 0,14 | |
| Cobre | 51,89 | 18,04 | 68,39 | 13,22 | 135,68 | 31,68 | 10,20 | 2,73 | 20,83 | 4,18 | 17,40 | 4,79 | 41,69 | 15,31 | 47,55 | 9,03 | 118,28 | 26,89 | |
| Enxofre | 144.257,15 | 41.957,50 | 264.296,61 | 52.647,35 | 284.193,33 | 73.646,25 | 110.563,33 | 29.582,05 | 225.867,11 | 45.346,98 | 188.606,79 | 51.912,41 | 33.693,83 | 12.375,45 | 38.429,50 | 7.300,36 | 95.586,55 | 21.733,84 | |
| Ferro | 576,66 | 193,31 | 824,99 | 160,81 | 1.426,26 | 339,43 | 185,39 | 49,60 | 378,72 | 76,04 | 316,25 | 87,04 | 391,28 | 143,71 | 446,27 | 84,78 | 1.110,02 | 252,39 | |
| Fósforo | 117.898,60 | 33.680,92 | 221.524,65 | 44.211,29 | 225.346,41 | 59.115,94 | 96.478,93 | 25.813,67 | 197.094,45 | 39.570,34 | 164.580,63 | 45.299,42 | 21.419,66 | 7.867,26 | 24.430,20 | 4.640,95 | 60.765,78 | 13.816,52 | |
| Lítio | 2,88 | 0,88 | 4,90 | 0,97 | 6,16 | 1,55 | 1,78 | 0,48 | 3,65 | 0,73 | 3,04 | 0,84 | 1,10 | 0,40 | 1,25 | 0,24 | 3,11 | 0,71 | |
| Magnésio | 18.337,05 | 5.300,46 | 33.893,43 | 6.756,03 | 35.751,65 | 9.303,53 | 14.384,06 | 3.848,56 | 29.384,84 | 5.899,55 | 24.537,35 | 6.753,70 | 3.952,99 | 1.451,90 | 4.508,58 | 856,49 | 11.214,30 | 2.549,83 | |
| Manganês | 12,22 | 4,02 | 18,16 | 3,55 | 29,36 | 7,06 | 4,69 | 1,25 | 9,57 | 1,92 | 7,99 | 2,20 | 7,53 | 2,77 | 8,59 | 1,63 | 21,36 | 4,86 | |
| Mercurio* | 0,74 | 0,20 | 0,54 | 0,11 | 0,29 | 0,08 | 0,71 | 0,19 | 0,53 | 0,11 | 0,27 | 0,07 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | |
| Molibdênio | 0,64 | 0,21 | 0,95 | 0,19 | 1,55 | 0,37 | 0,24 | 0,06 | 0,49 | 0,10 | 0,41 | 0,11 | 0,40 | 0,15 | 0,46 | 0,09 | 1,14 | 0,26 | |
| Nitrogênio | 68.088,68 | 19.407,39 | 128.332,60 | 25.618,18 | 129.643,07 | 34.063,18 | 56.159,39 | 15.025,87 | 114.726,65 | 23.033,49 | 95.800,69 | 26.368,32 | 11.929,29 | 4.381,52 | 13.605,95 | 2.584,69 | 33.842,38 | 7.694,86 | |
| Potássio | 217.546,36 | 61.178,76 | 147.526,12 | 83.458,90 | 404.817,10 | 107.374,98 | 187.741,13 | 50.231,55 | 383.531,76 | 77.001,07 | 320.262,17 | 88.149,44 | 29.805,23 | 10.947,20 | 33.994,36 | 6.457,83 | 84.554,93 | 19.225,54 | |
| Selênio | 21,80 | 6,20 | 41,24 | 8,23 | 41,34 | 10,88 | 18,14 | 4,85 | 37,06 | 7,44 | 30,95 | 8,52 | 3,66 | 1,35 | 4,18 | 0,79 | 10,39 | 2,36 | |
| Silício | 830,96 | 280,74 | 1.169,07 | 227,50 | 2.079,92 | 492,95 | 245,28 | 65,63 | 501,08 | 100,60 | 418,42 | 115,17 | 585,67 | 215,11 | 667,99 | 126,90 | 1.661,50 | 377,78 | |
| Sódio | 49.689,69 | 15.185,81 | 84.401,68 | 16.711,63 | 106.208,93 | 26.658,36 | 30.729,59 | 8.221,93 | 62.776,73 | 12.603,59 | 52.420,73 | 14.428,36 | 18.960,10 | 6.963,88 | 21.624,94 | 4.108,04 | 53.788,20 | 12.230,01 | |
| Vanádio | 36,97 | 10,20 | 72,70 | 14,56 | 66,61 | 17,91 | 33,84 | 9,05 | 69,13 | 13,88 | 57,73 | 15,89 | 3,13 | 1,15 | 3,57 | 0,68 | 8,89 | 2,02 | |
| Zinco | 268,70 | 82,74 | 450,72 | 89,15 | 581,44 | 145,26 | 159,87 | 42,78 | 326,60 | 65,57 | 272,72 | 75,06 | 108,82 | 39,97 | 124,12 | 23,58 | 308,72 | 70,20 | |
| | Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Níquel | 0,19 | 0,06 | 0,11 | 0,02 | 0,09 | 0,02 | 0,11 | 0,03 | 0,08 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | |

Tabela 44. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 em µg/dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 1 – Essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|-----|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 |
| Boro | 31,08 | 10,93 | 29,04 | 8,80 | 47,66 | 11,00 | 22,69 | 6,61 | 22,92 | 7,13 | 25,01 | 6,97 | 8,39 | 4,32 | 6,12 | 1,66 | 22,64 | 4,04 | |
| Cálcio | 14.793,77 | 5.284,85 | 13.715,58 | 4.143,89 | 23.280,48 | 5.302,70 | 10.427,23 | 3.036,47 | 10.529,72 | 3.277,43 | 11.494,29 | 3.202,36 | 4.366,53 | 2.248,38 | 3.185,87 | 866,47 | 11.786,19 | 2.100,34 | |
| Cobalto | 0,51 | 0,19 | 0,46 | 0,14 | 0,85 | 0,19 | 0,33 | 0,10 | 0,33 | 0,10 | 0,36 | 0,10 | 0,18 | 0,09 | 0,13 | 0,04 | 0,49 | 0,09 | |
| Cobre | 43,63 | 20,34 | 34,49 | 9,76 | 102,62 | 19,34 | 9,48 | 2,76 | 9,57 | 2,98 | 10,45 | 2,91 | 34,15 | 17,58 | 24,91 | 6,78 | 92,17 | 16,43 | |
| Enxofre | 130.365,03 | 44.136,36 | 123.913,44 | 37.777,74 | 187.772,76 | 44.835,77 | 102.769,25 | 29.926,97 | 103.779,29 | 32.301,81 | 113.285,96 | 31.561,94 | 27.595,78 | 14.209,39 | 20.134,15 | 5.475,93 | 74.486,80 | 13.273,83 | |
| Ferro | 492,78 | 215,19 | 407,82 | 117,75 | 1.054,94 | 207,07 | 172,32 | 50,18 | 174,01 | 54,16 | 189,95 | 52,92 | 320,46 | 165,01 | 233,81 | 63,59 | 864,99 | 154,14 | |
| Fósforo | 107.220,77 | 35.147,76 | 103.358,68 | 31.668,09 | 146.207,10 | 35.979,71 | 89.677,73 | 26.114,64 | 90.559,10 | 28.186,96 | 98.854,73 | 27.541,34 | 17.543,04 | 9.033,12 | 12.799,58 | 3.481,13 | 47.352,36 | 8.438,37 | |
| Lítio | 2,56 | 0,95 | 2,33 | 0,70 | 4,25 | 0,94 | 1,66 | 0,48 | 1,67 | 0,52 | 1,83 | 0,51 | 0,90 | 0,46 | 0,66 | 0,18 | 2,42 | 0,43 | |
| Magnésio | 16.607,63 | 5.560,50 | 15.863,63 | 4.844,84 | 23.477,13 | 5.663,44 | 13.370,07 | 3.893,44 | 13.501,47 | 4.202,40 | 14.738,27 | 4.106,14 | 3.237,56 | 1.667,06 | 2.362,16 | 642,44 | 8.738,86 | 1.557,30 | |
| Manganês | 10,52 | 4,44 | 8,90 | 2,59 | 21,45 | 4,30 | 4,36 | 1,27 | 4,40 | 1,37 | 4,80 | 1,34 | 6,17 | 3,18 | 4,50 | 1,22 | 16,65 | 2,97 | |
| Mercurio* | 0,69 | 0,21 | 0,25 | 0,08 | 0,20 | 0,05 | 0,66 | 0,19 | 0,25 | 0,08 | 0,18 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | |
| Molibdênio | 0,55 | 0,23 | 0,47 | 0,14 | 1,13 | 0,23 | 0,22 | 0,07 | 0,23 | 0,07 | 0,25 | 0,07 | 0,33 | 0,17 | 0,24 | 0,07 | 0,89 | 0,16 | |
| Nitrogênio | 61.970,76 | 20.231,90 | 59.842,01 | 18.346,09 | 83.914,35 | 20.731,12 | 52.200,48 | 15.201,07 | 52.713,52 | 16.407,34 | 57.542,32 | 16.031,53 | 9.770,28 | 5.030,83 | 7.128,49 | 1.938,75 | 26.372,03 | 4.699,60 | |
| Potássio | 198.917,42 | 63.386,73 | 194.032,03 | 59.693,78 | 258.254,57 | 65.335,38 | 174.506,47 | 50.817,24 | 176.221,55 | 54.849,82 | 192.364,27 | 53.593,48 | 24.410,96 | 12.569,49 | 17.810,47 | 4.843,95 | 65.890,30 | 11.741,90 | |
| Selênio | 19,86 | 6,45 | 19,22 | 5,90 | 26,68 | 6,62 | 16,86 | 4,91 | 17,03 | 5,30 | 18,59 | 5,18 | 3,00 | 1,54 | 2,19 | 0,60 | 8,10 | 1,44 | |
| Silício | 707,67 | 313,38 | 580,21 | 166,84 | 1.546,07 | 300,75 | 227,99 | 66,39 | 230,23 | 71,66 | 251,32 | 70,02 | 479,67 | 246,99 | 349,98 | 95,18 | 1.294,74 | 230,73 | |
| Sódio | 44.091,96 | 16.313,67 | 40.173,90 | 12.059,26 | 73.401,32 | 16.241,63 | 28.563,34 | 8.317,80 | 28.844,06 | 8.977,86 | 31.486,31 | 8.772,22 | 15.528,62 | 7.995,87 | 11.329,83 | 3.081,40 | 41.915,01 | 7.469,41 | |
| Vanádio | 34,02 | 10,48 | 33,64 | 10,40 | 41,60 | 10,89 | 31,45 | 9,16 | 31,76 | 9,89 | 34,67 | 9,66 | 2,57 | 1,32 | 1,87 | 0,51 | 6,93 | 1,23 | |
| Zinco | 237,73 | 89,17 | 215,09 | 64,39 | 404,38 | 88,51 | 148,60 | 43,27 | 150,06 | 46,71 | 163,81 | 45,64 | 89,13 | 45,89 | 65,03 | 17,69 | 240,58 | 42,87 | |
| | Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Níquel | 0,17 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,07 | 0,02 | 0,10 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,07 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | |

Tabela 45. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 em µg/dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Essenciais | | | | | |
|--------------------|---|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Boro | 14,92 | 3,99 | 30,48 | 6,12 | 25,45 | 7,01 |
| Cálcio | 12.526,26 | 3.351,50 | 25.589,59 | 5.137,58 | 21.368,19 | 5.881,41 |
| Cobalto | 1,39 | 0,37 | 2,85 | 0,57 | 2,38 | 0,65 |
| Cobre | 11,85 | 3,17 | 24,20 | 4,86 | 20,21 | 5,56 |
| Enxofre | 100.700,14 | 26.943,08 | 205.717,86 | 41.301,65 | 171.781,47 | 47.281,39 |
| Ferro | 265,65 | 71,08 | 542,70 | 108,96 | 453,17 | 124,73 |
| Fósforo | 98.906,89 | 26.463,28 | 202.054,46 | 40.566,16 | 168.722,41 | 46.439,41 |
| Lítio | 1,68 | 0,45 | 3,43 | 0,69 | 2,87 | 0,79 |
| Magnésio | 13.338,39 | 3.568,79 | 27.248,66 | 5.470,67 | 22.753,57 | 6.262,73 |
| Manganês | 11,35 | 3,04 | 23,20 | 4,66 | 19,37 | 5,33 |
| Mercurio* | 0,10 | 0,03 | 0,07 | 0,01 | 0,04 | 0,01 |
| Molibdênio | 0,11 | 0,03 | 0,23 | 0,05 | 0,19 | 0,05 |
| Nitrogênio | 56.592,15 | 15.141,66 | 115.610,72 | 23.210,98 | 96.538,92 | 26.571,52 |
| Potássio | 196.135,93 | 52.477,65 | 400.681,30 | 80.444,15 | 334.582,63 | 92.091,02 |
| Selênio | 15,54 | 4,16 | 31,75 | 6,37 | 26,51 | 7,30 |
| Silício | 244,31 | 65,37 | 499,09 | 100,20 | 416,76 | 114,71 |
| Sódio | 22.984,95 | 6.149,80 | 46.955,40 | 9.427,16 | 39.209,37 | 10.792,04 |
| Vanádio | 16,10 | 4,31 | 32,89 | 6,60 | 27,46 | 7,56 |
| Zinco | 201,68 | 53,96 | 412,02 | 82,72 | 344,05 | 94,70 |
| | Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | |
| Níquel | 0,09 | 0,02 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |

Tabela 46. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 em µg/dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 1 – Essenciais | | | | | |
|--------------------|--|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Boro | 13,87 | 4,04 | 14,00 | 4,36 | 15,29 | 4,26 |
| Cálcio | 11.643,23 | 3.390,57 | 11.757,66 | 3.659,63 | 12.834,72 | 3.575,81 |
| Cobalto | 1,30 | 0,38 | 1,31 | 0,41 | 1,43 | 0,40 |
| Cobre | 11,01 | 3,21 | 11,12 | 3,46 | 12,14 | 3,38 |
| Enxofre | 93.601,37 | 27.257,23 | 94.521,30 | 29.420,22 | 103.179,89 | 28.746,34 |
| Ferro | 246,93 | 71,91 | 249,35 | 77,61 | 272,20 | 75,84 |
| Fósforo | 91.934,53 | 26.771,84 | 92.838,08 | 28.896,31 | 101.342,48 | 28.234,43 |
| Lítio | 1,56 | 0,45 | 1,58 | 0,49 | 1,72 | 0,48 |
| Magnésio | 12.398,11 | 3.610,40 | 12.519,96 | 3.896,90 | 13.666,85 | 3.807,64 |
| Manganês | 10,55 | 3,07 | 10,66 | 3,32 | 11,63 | 3,24 |
| Mercurio* | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Molibdênio | 0,10 | 0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,11 | 0,03 |
| Nitrogênio | 52.602,73 | 15.318,20 | 53.119,72 | 16.533,77 | 57.985,74 | 16.155,07 |
| Potássio | 182.309,49 | 53.089,52 | 184.101,26 | 57.302,42 | 200.965,80 | 55.989,90 |
| Selênio | 14,44 | 4,21 | 14,59 | 4,54 | 15,92 | 4,44 |
| Silício | 227,09 | 66,13 | 229,32 | 71,38 | 250,33 | 69,74 |
| Sódio | 21.364,65 | 6.221,50 | 21.574,62 | 6.715,21 | 23.550,96 | 6.561,39 |
| Vanádio | 14,96 | 4,36 | 15,11 | 4,70 | 16,50 | 4,60 |
| Zinco | 187,47 | 54,59 | 189,31 | 58,92 | 206,65 | 57,57 |
| | Exposição (µg/kg p.c. por dia) | | | | | |
| Níquel | 0,08 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |

Tabela 47. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 em µg/dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: *Quantitativo da exposição calculado considerando as amostras do Tipo 1 e do Tipo 2.



| Substância química | Região Dulcícola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Não essenciais | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 2,15 | 0,58 | 1,59 | 0,32 | 0,81 | 0,22 |
| Antimônio | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |
| Bário | 0,44 | 0,12 | 0,32 | 0,06 | 0,16 | 0,05 |
| Berílio | 0,01 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,001 |
| Cádmio | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,001 |
| Chumbo | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,0024 |
| Estanho | 0,08 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Prata | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,0004 | 0,001 | 0,0003 |
| Tálio | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,004 |
| Titânio | 9,23 | 2,47 | 6,82 | 1,37 | 3,48 | 0,96 |
| Urânio | 0,003 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,0004 |

Tabela 48. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região dulcícola – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Dulcícola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 1 – Não Essenciais | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 2,00 | 0,58 | 0,75 | 0,23 | 0,54 | 0,15 |
| Antimônio | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |
| Bário | 0,41 | 0,12 | 0,15 | 0,05 | 0,11 | 0,03 |
| Berílio | 0,005 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0004 |
| Cádmio | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Chumbo | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 |
| Estanho | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Prata | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0003 | 0,001 | 0,0002 |
| Tálio | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,003 |
| Titânio | 8,58 | 2,50 | 3,20 | 1,00 | 2,33 | 0,65 |
| Urânio | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,0004 | 0,001 | 0,0002 |

Tabela 49. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região dulcícola – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Região Estuarina – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Não essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--------|-------------|--------|-----------|--------|------------|--------|-------------|---------|-----------|---------|------------|---------|-------------|----------|-----------|---------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 2,37 | 0,80 | 1,20 | 0,23 | 1,31 | 0,31 | 0,69 | 0,18 | 0,51 | 0,10 | 0,26 | 0,07 | 1,68 | 0,62 | 0,69 | 0,13 | 1,05 | 0,24 |
| Antimônio | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,002 | 0,002 | 0,0003 | 0,003 | 0,0006 |
| Bário | 0,91 | 0,27 | 0,59 | 0,12 | 0,41 | 0,10 | 0,65 | 0,18 | 0,48 | 0,10 | 0,25 | 0,07 | 0,25 | 0,09 | 0,11 | 0,02 | 0,16 | 0,04 |
| Berílio | 0,00 | 0,0001 | 0,00035 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0003 | 0,00007 | 0,0002 | 0,00005 | 0,00005 | 0,00002 | 0,00002 | 0,000004 | 0,00003 | 0,00001 |
| Cádmio | 0,00 | 0,0008 | 0,00161 | 0,0003 | 0,001 | 0,0003 | 0,002 | 0,0004 | 0,001 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0010 | 0,0004 | 0,0004 | 0,00008 | 0,0006 | 0,0001 |
| Chumbo | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,001 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,0008 | 0,0009 | 0,0002 | 0,001 | 0,0003 |
| Estanho | 0,05 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,005 | 0,002 | 0,002 | 0,0004 | 0,003 | 0,0007 |
| Prata | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,02 | 0,004 | 0,002 | 0,0006 | 0,002 | 0,0003 | 0,0008 | 0,0002 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,003 |
| Tálio | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0002 | 0,00005 | 0,0004 | 0,0001 |
| Titânio | 9,67 | 2,70 | 6,76 | 1,35 | 3,94 | 1,05 | 8,49 | 2,27 | 6,27 | 1,26 | 3,20 | 0,88 | 1,18 | 0,43 | 0,49 | 0,09 | 0,74 | 0,17 |
| Urânio | 0,002 | 0,0006 | 0,001 | 0,0003 | 0,0009 | 0,0002 | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 | 0,00002 | 0,0002 | 0,00004 |

Tabela 50. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Estuarina – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 1 – Não essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|--------|-------------|--------|-----------|---------|------------|--------|-------------|---------|-----------|---------|------------|---------|-------------|----------|-----------|----------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 2,01 | 0,89 | 0,61 | 0,18 | 1,09 | 0,21 | 0,64 | 0,19 | 0,24 | 0,07 | 0,17 | 0,05 | 1,38 | 0,71 | 0,37 | 0,10 | 0,92 | 0,16 |
| Antimônio | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,0003 | 0,002 | 0,0004 |
| Bário | 0,82 | 0,28 | 0,28 | 0,09 | 0,30 | 0,07 | 0,61 | 0,18 | 0,23 | 0,07 | 0,17 | 0,05 | 0,21 | 0,11 | 0,06 | 0,02 | 0,14 | 0,02 |
| Berílio | 0,0005 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 | 0,00004 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0002 | 0,00005 | 0,0001 | 0,00003 | 0,00004 | 0,00002 | 0,00001 | 0,000003 | 0,00002 | 0,000004 |
| Cádmio | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0002 | 0,001 | 0,0002 | 0,001 | 0,0004 | 0,001 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 | 0,001 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0001 | 0,001 | 0,0001 |
| Chumbo | 0,01 | 0,004 | 0,004 | 0,001 | 0,004 | 0,0009 | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,0005 | 0,0001 | 0,001 | 0,0002 |
| Estanho | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,0003 | 0,003 | 0,0005 |
| Prata | 8,86 | 2,80 | 3,21 | 0,99 | 2,79 | 0,71 | 7,89 | 2,30 | 2,95 | 0,92 | 2,14 | 0,60 | 0,96 | 0,50 | 0,26 | 0,07 | 0,64 | 0,11 |
| Tálio | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0002 | 0,001 | 0,0002 | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 | 0,00002 | 0,0002 | 0,00003 |
| Titânio | 2,01 | 0,89 | 0,61 | 0,18 | 1,09 | 0,21 | 0,64 | 0,19 | 0,24 | 0,07 | 0,17 | 0,05 | 1,38 | 0,71 | 0,37 | 0,10 | 0,92 | 0,16 |
| Urânio | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,0003 | 0,002 | 0,0004 |

Tabela 51. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Não essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|--------|-----------|--------|------------|--------|-------------|---------|-----------|---------|------------|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 36,56 | 13,04 | 16,35 | 3,14 | 21,92 | 5,06 | 3,89 | 1,04 | 2,88 | 0,58 | 1,47 | 0,40 | 32,66 | 12,00 | 13,48 | 2,56 | 20,46 | 4,65 |
| Antimônio | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,0004 | 0,003 | 0,001 |
| Bário | 0,69 | 0,23 | 0,36 | 0,07 | 0,37 | 0,09 | 0,24 | 0,06 | 0,18 | 0,04 | 0,09 | 0,02 | 0,45 | 0,16 | 0,18 | 0,04 | 0,28 | 0,06 |
| Bérblio | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0002 | 0,00004 | 0,0001 | 0,00003 | 0,01 | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,004 | 0,001 |
| Cádmio | 0,005 | 0,002 | 0,003 | 0,0005 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,0004 | 0,001 | 0,0002 | 0,001 | 0,0002 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,0002 | 0,002 | 0,0004 |
| Chumbo | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,001 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,001 | 0,01 | 0,002 |
| Estanho | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,005 | 0,01 | 0,001 | 0,01 | 0,002 |
| Prata | 10,90 | 3,16 | 7,24 | 1,44 | 4,73 | 1,23 | 8,41 | 2,25 | 6,21 | 1,25 | 3,17 | 0,87 | 2,49 | 0,91 | 1,03 | 0,20 | 1,56 | 0,35 |
| Tálio | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,0004 | 0,002 | 0,0004 | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,0003 | 0,001 | 0,0002 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0001 | 0,001 | 0,0002 |
| Titânio | 36,56 | 13,04 | 16,35 | 3,14 | 21,92 | 5,06 | 3,89 | 1,04 | 2,88 | 0,58 | 1,47 | 0,40 | 32,66 | 12,00 | 13,48 | 2,56 | 20,46 | 4,65 |
| Urânio | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,0004 | 0,003 | 0,001 |

Tabela 52. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 1 – Não essenciais | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|--------|-----------|--------|------------|--------|-------------|---------|-----------|---------|------------|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 30,37 | 14,83 | 8,56 | 2,38 | 18,77 | 3,44 | 3,62 | 1,05 | 1,35 | 0,42 | 0,98 | 0,27 | 26,75 | 13,78 | 7,21 | 1,96 | 17,79 | 3,17 |
| Antimônio | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,0003 | 0,003 | 0,0005 |
| Bário | 0,59 | 0,25 | 0,18 | 0,05 | 0,30 | 0,06 | 0,22 | 0,06 | 0,08 | 0,03 | 0,06 | 0,02 | 0,37 | 0,19 | 0,10 | 0,03 | 0,24 | 0,04 |
| Bérblio | 0,01 | 0,003 | 0,002 | 0,0004 | 0,004 | 0,001 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 | 0,00003 | 0,0001 | 0,00002 | 0,01 | 0,003 | 0,001 | 0,0004 | 0,004 | 0,001 |
| Cádmio | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,0004 | 0,002 | 0,0004 | 0,002 | 0,0004 | 0,001 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,0002 | 0,002 | 0,0003 |
| Chumbo | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,004 | 0,005 | 0,002 | 0,004 | 0,001 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,001 | 0,01 | 0,001 |
| Estanho | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,001 | 0,01 | 0,001 |
| Prata | 9,85 | 3,33 | 3,47 | 1,06 | 3,48 | 0,83 | 7,81 | 2,28 | 2,92 | 0,91 | 2,12 | 0,59 | 2,04 | 1,05 | 0,55 | 0,15 | 1,36 | 0,24 |
| Tálio | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,0003 | 0,001 | 0,0003 | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,0004 | 0,0001 | 0,001 | 0,0002 |
| Titânio | 30,37 | 14,83 | 8,56 | 2,38 | 18,77 | 3,44 | 3,62 | 1,05 | 1,35 | 0,42 | 0,98 | 0,27 | 26,75 | 13,78 | 7,21 | 1,96 | 17,79 | 3,17 |
| Urânio | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,0003 | 0,003 | 0,0005 |

Tabela 53. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 1 – Não essenciais | | | | | |
|--------------------|---|--------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 1,13 | 0,30 | 0,83 | 0,17 | 0,42 | 0,12 |
| Antimônio | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |
| Bário | 0,66 | 0,18 | 0,49 | 0,10 | 0,25 | 0,07 |
| Berílio | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Cádmio | 0,001 | 0,0003 | 0,001 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 |
| Chumbo | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |
| Estanho | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,003 |
| Prata | 9,57 | 2,56 | 7,07 | 1,42 | 3,60 | 0,99 |
| Tálio | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,0003 | 0,001 | 0,0002 |
| Titânio | 1,13 | 0,30 | 0,83 | 0,17 | 0,42 | 0,12 |
| Urânio | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |

Tabela 54. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 1 – Não essenciais | | | | | |
|--------------------|--|--------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Alumínio | 1,05 | 0,31 | 0,39 | 0,12 | 0,28 | 0,08 |
| Antimônio | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 |
| Bário | 0,62 | 0,18 | 0,23 | 0,07 | 0,17 | 0,05 |
| Berílio | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cádmio | 0,001 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0001 |
| Chumbo | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,001 |
| Estanho | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |
| Prata | 8,89 | 2,59 | 3,32 | 1,03 | 2,42 | 0,67 |
| Tálio | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 |
| Titânio | 1,05 | 0,31 | 0,39 | 0,12 | 0,28 | 0,08 |
| Urânio | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 |

Tabela 55. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Região Dulcicola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 2 | | | | | |
|------------------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0,19 | 0,05 | 0,14 | 0,03 | 0,07 | 0,02 |
| Ácido monometilarsênico | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Ácido dimetilarsínico | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Arsenobetaina | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Cromo III | 0,99 | 0,26 | 0,73 | 0,15 | 0,37 | 0,10 |
| Cromo VI | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Metilmercúrio | 0,24 | 0,06 | 0,18 | 0,04 | 0,09 | 0,02 |

Tabela 56. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região dulcicola – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Dulcicola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 2 | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0,18 | 0,05 | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,01 |
| Ácido monometilarsênico | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Ácido dimetilarsínico | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Arsenobetaina | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Cromo III | 0,92 | 0,27 | 0,34 | 0,11 | 0,25 | 0,07 |
| Cromo VI | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Metilmercúrio | 0,22 | 0,06 | 0,08 | 0,03 | 0,06 | 0,02 |

Tabela 57. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região dulcicola – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Região Estuarina - Exposição (µg/kg p.c. por dia) - Sexo Masculino - SQ do Tipo 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 - 6 anos | | 7 - 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 - 6 anos | | 7 - 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 - 6 anos | | 7 - 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0,26 | 0,08 | 0,17 | 0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,20 | 0,05 | 0,15 | 0,03 | 0,08 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,004 | 0,04 | 0,01 |
| Ácido monometilarsênico | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,003 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,003 |
| Ácido dimetilarsênico | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0002 | 0,002 | 0,0003 |
| Arsenobetaina | 1,11 | 0,30 | 0,82 | 0,16 | 0,42 | 0,12 | 1,11 | 0,30 | 0,82 | 0,16 | 0,42 | 0,11 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0002 | 0,002 | 0,0003 |
| Cromo III | 1,59 | 0,45 | 1,09 | 0,22 | 0,66 | 0,17 | 1,33 | 0,36 | 0,98 | 0,20 | 0,50 | 0,14 | 0,26 | 0,10 | 0,11 | 0,02 | 0,16 | 0,04 |
| Cromo VI | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0002 | 0,002 | 0,0003 |
| Metilmercúrio | 0,35 | 0,10 | 0,28 | 0,05 | 0,14 | 0,04 | 0,33 | 0,09 | 0,24 | 0,05 | 0,12 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,003 |

Tabela 58. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina - dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Estuarina - Exposição (µg/kg p.c. por dia) - Sexo Feminino - SQ do Tipo 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 - 6 anos | | 7 - 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 - 6 anos | | 7 - 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 - 6 anos | | 7 - 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0,24 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,08 | 0,02 | 0,19 | 0,05 | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,003 | 0,03 | 0,01 |
| Ácido monometilarsênico | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,001 | 0,01 | 0,003 | 0,002 | 0,000 | 0,004 | 0,001 |
| Ácido dimetilarsênico | 0,01 | 0,004 | 0,005 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 |
| Arsenobetaina | 1,03 | 0,30 | 0,39 | 0,12 | 0,28 | 0,08 | 1,03 | 0,30 | 0,38 | 0,12 | 0,28 | 0,08 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 |
| Cromo III | 1,45 | 0,47 | 0,52 | 0,16 | 0,48 | 0,12 | 1,23 | 0,36 | 0,46 | 0,14 | 0,33 | 0,09 | 0,22 | 0,11 | 0,06 | 0,02 | 0,14 | 0,03 |
| Cromo VI | 0,01 | 0,004 | 0,005 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0001 | 0,001 | 0,0002 |
| Metilmercúrio | 0,32 | 0,10 | 0,12 | 0,04 | 0,09 | 0,03 | 0,31 | 0,09 | 0,11 | 0,04 | 0,08 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,005 | 0,001 | 0,01 | 0,002 |

Tabela 59. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina - dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0.34 | 0.09 | 0.24 | 0.05 | 0.13 | 0.04 | 0.32 | 0.09 | 0.24 | 0.05 | 0.12 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.001 | 0.01 | 0.003 |
| Ácido monometilarsênico | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.003 | 0.01 | 0.002 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.004 | 0.03 | 0.01 |
| Ácido dimetilarsínico | 0.01 | 0.004 | 0.01 | 0.002 | 0.01 | 0.002 | 0.01 | 0.003 | 0.01 | 0.002 | 0.005 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.0002 | 0.002 | 0.0003 |
| Arsenobetaina | 11.52 | 3.84 | 6.03 | 1.18 | 6.24 | 1.49 | 3.92 | 1.05 | 2.89 | 0.58 | 1.48 | 0.41 | 7.61 | 2.79 | 3.14 | 0.60 | 4.76 | 1.08 |
| Cromo III | 1.65 | 0.51 | 0.99 | 0.20 | 0.79 | 0.20 | 0.97 | 0.26 | 0.71 | 0.14 | 0.36 | 0.10 | 0.68 | 0.25 | 0.28 | 0.05 | 0.43 | 0.10 |
| Cromo VI | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.003 | 0.01 | 0.002 | 0.02 | 0.005 | 0.01 | 0.003 | 0.01 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.0002 | 0.002 | 0.003 |
| Metilmercúrio | 0.66 | 0.18 | 0.48 | 0.10 | 0.25 | 0.07 | 0.64 | 0.17 | 0.48 | 0.10 | 0.24 | 0.07 | 0.01 | 0.004 | 0.01 | 0.001 | 0.01 | 0.002 |

Tabela 60. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|--------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0.31 | 0.09 | 0.12 | 0.04 | 0.09 | 0.02 | 0.30 | 0.09 | 0.11 | 0.03 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.004 | 0.001 | 0.01 | 0.002 |
| Ácido monometilarsênico | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.002 | 0.01 | 0.002 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.003 | 0.03 | 0.005 |
| Ácido dimetilarsínico | 0.01 | 0.004 | 0.005 | 0.001 | 0.004 | 0.001 | 0.01 | 0.003 | 0.004 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.0001 | 0.001 | 0.0002 |
| Arsenobetaina | 9.87 | 4.27 | 3.04 | 0.88 | 5.13 | 1.01 | 3.64 | 1.06 | 1.36 | 0.42 | 0.99 | 0.28 | 6.23 | 3.21 | 1.68 | 0.46 | 4.14 | 0.74 |
| Cromo III | 1.45 | 0.55 | 0.49 | 0.15 | 0.61 | 0.13 | 0.90 | 0.26 | 0.34 | 0.10 | 0.24 | 0.07 | 0.56 | 0.29 | 0.15 | 0.04 | 0.37 | 0.07 |
| Cromo VI | 0.02 | 0.006 | 0.01 | 0.002 | 0.01 | 0.001 | 0.02 | 0.005 | 0.01 | 0.002 | 0.004 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.0001 | 0.001 | 0.0002 |
| Metilmercúrio | 0.61 | 0.18 | 0.23 | 0.07 | 0.17 | 0.05 | 0.60 | 0.17 | 0.22 | 0.07 | 0.16 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.003 | 0.001 | 0.01 | 0.001 |

Tabela 61. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 2 | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0,30 | 0,08 | 0,22 | 0,04 | 0,11 | 0,03 |
| Ácido monometilarsênico | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Ácido dimetilarsênico | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Arsenobetaina | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Cromo III | 0,42 | 0,11 | 0,31 | 0,06 | 0,16 | 0,04 |
| Cromo VI | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |
| Metilmercúrio | 0,08 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |

Tabela 62. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 2 | | | | | |
|------------------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Arsênio inorgânico (III + V) | 0,28 | 0,08 | 0,10 | 0,03 | 0,07 | 0,02 |
| Ácido monometilarsênico | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Ácido dimetilarsênico | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Arsenobetaina | 0,01 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Cromo III | 0,39 | 0,11 | 0,15 | 0,05 | 0,11 | 0,03 |
| Cromo VI | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Metilmercúrio | 0,08 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 |

Tabela 63. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 2 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Dulcícola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 3 | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Tolueno | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,65 | 0,18 |
| Cianeto | 1,73 | 0,46 | 1,28 | 0,26 | 0,01 | 0,003 |

Tabela 64. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região dulcícola – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Região Dulcícola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--|-------|--|-------------|--|-------|--|-----------|--|-------|--|------|--|-------|--|-------|
| | Pescado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | | | 7 – 17 anos | | | | ≥ 18 anos | | | | | | | | |
| | P95 | | Média | | P95 | | Média | | P95 | | Média | | | | | | |
| Tolueno | 0,03 | | 0,01 | | 0,01 | | 0,003 | | 0,01 | | 0,002 | | 0,01 | | 0,002 | | 0,002 |
| Cianeto | 1,60 | | 0,47 | | 0,60 | | 0,19 | | 0,44 | | 0,12 | | | | | | |

Tabela 65. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região dulcícola – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Estuarina – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Tolueno | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,000 | 0,004 | 0,001 |
| Cianeto | 1,48 | 0,40 | 1,09 | 0,22 | 0,56 | 0,15 | 1,48 | 0,40 | 1,09 | 0,22 | 0,56 | 0,15 | - | - | - | - | - | - |

Tabela 66. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Estuarina – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Tolueno | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,005 | 0,01 | 0,003 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,005 | 0,002 | 0,001 | 0,000 | 0,003 | 0,001 |
| Cianeto | 1,37 | 0,40 | 0,51 | 0,16 | 0,37 | 0,10 | 1,37 | 0,40 | 0,51 | 0,16 | 0,37 | 0,10 | - | - | - | - | - | - |

Tabela 67. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Tolueno | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,004 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,000 | 0,004 | 0,001 |
| Cianeto | 1,48 | 0,40 | 1,09 | 0,22 | 0,56 | 0,15 | 1,48 | 0,40 | 1,09 | 0,22 | 0,56 | 0,15 | - | - | - | - | - | - |

Tabela 68. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.



| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Tolueno | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,002 | 0,001 | 0,000 | 0,003 | 0,001 |
| Cianeto | 1,37 | 0,40 | 0,51 | 0,16 | 0,37 | 0,10 | 1,37 | 0,40 | 0,51 | 0,16 | 0,37 | 0,10 | - | - | - | - | - | - |

Tabela 69. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 3 | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Tolueno | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 |
| Cianeto | 1,48 | 0,40 | 1,09 | 0,22 | 0,56 | 0,15 |

Tabela 70. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 3 | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| Tolueno | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |
| Cianeto | 1,37 | 0,40 | 0,51 | 0,16 | 0,37 | 0,10 |

Tabela 71. Quantitativo da exposição para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 3 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população.

| Substância química | Região Dulcícola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 4 | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| PCB* | 0,09 | 0,02 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |

Tabela 72. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região dulcícola – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).



| Região Dulcícola – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 4 | | | | | | |
|--|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| Substância química | Pescado | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| PCB* | 0,09 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |

Tabela 73. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região dulcícola – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).

| Região Estuarina – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| Substância química | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| PCB* | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,004 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,003 | 0,005 | 0,002 | 0,002 | 0,004 | 0,003 | 0,001 |

Tabela 74. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).

| Região Estuarina – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------------|-----------|
| Substância química | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | 7 – 17 anos | ≥ 18 anos |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 |
| PCB* | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,004 | 0,002 | 0,001 |

Tabela 75. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região estuarina – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).

| Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------------|-----------|
| Substância química | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | 7 – 17 anos | ≥ 18 anos |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 |
| PCB* | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0,001 |

Tabela 76. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).



| Substância química | Região Marinha – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|-------|
| | Pescado | | | | | | Peixe | | | | | | Crustáceos | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| PCB* | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 | 0,005 | 0,002 | 0,001 | 0,0003 | 0,003 | 0,001 |

Tabela 77. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região marinha – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).

| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Masculino – SQ do Tipo 4 | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| PCB* | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |

Tabela 78. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo masculino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).

| Substância química | Cultivo – Exposição (µg/kg p.c. por dia) – Sexo Feminino – SQ do Tipo 4 | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Pescado | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | |
| | P95 | Média | P95 | Média | P95 | Média |
| PCB* | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,002 |

Tabela 79. Quantitativo da exposição para a substância química não essencial do Tipo 4 em µg/kg p.c. por dia na região de cultivo – dados obtidos para indivíduos do sexo feminino de todas as faixas etárias, considerando altos consumidores e a média da população. Legenda: * = exposição decorrente da média oriunda do somatório dos PCB multiplicado pelo fator de correção (F1=2).



4. Abordagem empregada para avaliação da segurança do alimento

A segurança do alimento se refere a todos os perigos, crônicos e/ou agudos, que podem tornar os alimentos prejudiciais à saúde do consumidor (FAO; WHO, 2003). Neste sentido, o prejuízo pode ser inferido por meio do risco. Se o risco for aceitável o alimento pode ser considerado seguro, mas se o risco for alto o alimento não pode ser considerado seguro para o consumo.

Em toxicologia, o risco é determinado pelo perigo multiplicado pela exposição, conforme apresentado na equação abaixo. O risco, por sua vez, é determinado pela probabilidade de um efeito adverso acontecer.

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Exposição}$$

Fonte: TIMBRELL, 2002.

Se o consumo de um alimento for considerado de preocupação, isto não significa necessariamente que danos à saúde serão observados, mas sim que medidas de gerenciamento devem ser tomadas. Isto porque os valores de segurança baseados em saúde não são valores limites para o início da toxicidade em qualquer população exposta observada. No entanto, quanto mais frequentemente esses níveis são excedidos e quanto maior a excedência, maior a probabilidade de ocorrência de alguma manifestação tóxica (RISHER; DeROSA, 1997).

As principais referências utilizadas pela equipe de perícia para a avaliação da segurança do pescado são apresentadas na Tabela 80 a seguir. A equipe de perícia destaca que a avaliação da segurança por meio da avaliação de risco é uma ferramenta baseada em ciência que fornece subsídios para tomada de decisão e protege a saúde dos consumidores (FAO, 2005).



| Nº | Organização | Título | Ano |
|----|---|---|-------|
| 1 | Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) | Resolução RDC nº 17 – Diretrizes básicas para avaliação de risco e segurança dos alimentos | 1999 |
| 2 | Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) | Guia de Comprovação da Segurança de Alimentos e Ingredientes | 2019a |
| 3 | Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) | Resolução RDC nº 295 – Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da ANVISA, e dá outras providências. | 2019b |
| 4 | World Health Organization (WHO) | Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food | 2009 |
| 5 | Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) and World Health Organization (WHO) | Assuring Food Safety and Quality: Guidelines for Strengthening National Food Control Systems | 2003 |
| 6 | Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) | Application of risk analysis to food standards issues | 1995 |
| 7 | Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) | Food Safety Risk Analysis PART I An Overview and Framework Manual; | 2005 |
| 8 | Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) | Food Safety Risk Analysis – A Guide for National Food Safety Authorities | 2006 |
| 9 | Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) | Food safety risk management: Evidence-informed policies and decisions, considering multiple factors | 2017 |
| 10 | Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) | Dietary assessment a resource guide to method selection and application in low resource settings | 2018 |
| 11 | Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) | Guidelines for rapid risk analysis following instances of detection of contaminants in food where there is no regulatory level | 2019 |
| 12 | European Food Safety Authority (EFSA) | Use of the benchmark dose approach in risk assessment | 2017 |

Tabela 80. Referências consultadas pela equipe de perícia para a avaliação da segurança do alimento.

A avaliação de risco empregada para verificar se um alimento consumido é seguro é composta por 4 etapas, sendo estas: (i) identificação do perigo, (ii) caracterização do perigo, (iii) avaliação da exposição e (iv) caracterização do risco (consequentemente segurança) (WHO, 2009).

A seguir, a equipe de perícia apresenta cada uma das etapas, conceituando sua interpretação e aplicação no âmbito do cálculo da Segurança do Alimento, com ênfase no pescado.

4.1 Etapa 1 – Identificação do perigo

A identificação do perigo é a identificação dos efeitos conhecidos e/ou potenciais efeitos à saúde associados a um agente específico. Para esta identificação é necessário reconhecer os principais efeitos decorrentes da exposição a uma determinada substância química. Entre os principais efeitos verificados estão: morte, alterações no peso corporal, efeitos nos sistemas respiratório, cardiovascular, gastrointestinal, hematológico, musculoesquelético, hepático, renal, dérmico, ocular, endócrino, imunológico, neurológico, reprodutivo, de desenvolvimento, bem como outros efeitos não cancerígenos, câncer, genotoxicidade e mecanismos de ação (FAO, 2005).



Para a identificação e posterior caracterização do perigo presente no alimento foco desta perícia, as substâncias químicas foram classificadas como essenciais e não-essenciais. As substâncias essenciais são também conhecidas como nutrientes (COT, 2003).

Os nutrientes podem ser divididos em macro e micronutrientes. Os macronutrientes se referem aos carboidratos, aos lipídeos e às proteínas, enquanto os micronutrientes se referem às vitaminas e aos minerais. Os minerais são substâncias inorgânicas que têm função fisiológica e alguns são requeridos na dieta (FSAI, 2019). Os danos à saúde relacionados aos nutrientes podem ser causados tanto pela sua falta quanto pelo seu excesso de ingestão. O equilíbrio entre deficiência (falta) e excesso de nutrientes é o intervalo aceitável (saudável) de ingestão (COT, 2003).

No contexto da perícia em tela, o termo “substâncias essenciais” se refere àquelas substâncias que desempenham papel fisiológico no organismo humano, independentemente se seu requerimento por meio da dieta foi comprovado ou não (FSAI, 2019; COT, 2003).

Entre as substâncias químicas compiladas pela equipe de perícia, vinte podem ser classificadas como essenciais, as quais são listadas a seguir: boro, cálcio, cobalto, cobre, cromo, enxofre, ferro, fósforo, lítio, magnésio, manganês, molibdênio, níquel, nitrogênio, potássio, selênio, silício, sódio, vanádio e zinco. Estas substâncias químicas inorgânicas estão diretamente associadas ao rejeito da barragem de Fundão, e, portanto, pertencem às substâncias químicas que foram classificadas como do Tipo 1, conforme apresentado na Resposta à decisão judicial ID 605015852 (ID 685275970).

O boro, lítio, níquel, silício e vanádio foram contabilizados como elementos essenciais pois desempenham papéis fisiológicos, ainda que não totalmente esclarecidos, no organismo humano, porém a ingestão recomendada para estes compostos ainda não foi estabelecida devido à insuficiência de dados e falta de critérios funcionais (FSAI, 2019; COT, 2003).

A função fisiológica, os principais efeitos à saúde humana relacionados a deficiência e excesso dos vinte nutrientes elencados, bem como os valores de referência para consumo diário (ingestão diária recomendada) estão apresentados na Tabela 81 a seguir.



| Substância | Função Fisiológica | Principais problemas relacionados a deficiência da substância no organismo | Principais problemas relacionados ao excesso da substância no organismo | Valores de referência (mg/dia) |
|------------|--|--|---|--------------------------------|
| Boro | Estudos indicam que pode estar relacionado ao metabolismo mineral, principalmente do cálcio. Provavelmente apresenta efeito benéfico sobre a calcificação e manutenção óssea, possivelmente via vitamina D e estrogênio (COT, 2003; FSAI, 2019). | A deficiência de boro pode ser um fator contribuinte para a doença de Kashin-Beck (KBD), uma deficiência musculoesquelética, que pode causar deformidade articular grave (COT, 2003; FSAI, 2019). | Problemas gastrointestinais (vômitos, náuseas etc.) e efeitos sobre a reprodução e desenvolvimento (COT, 2003; FSAI, 2019). | ~3 |
| Cálcio | Mantém a saúde dos ossos e dentes, sinalização celular, coagulação, contração muscular, transmissão neural e outras funções (FSAI, 2019). | Problemas de crescimento, malformação óssea, má qualidade de ossos e dentes etc. (COT, 2003). | A hipercalcemia (níveis elevados de cálcio no sangue > 2,63 – 2,75 mmol/L) pode causar, fadiga, fraqueza muscular, anorexia, náusea, vômito, constipação, arritmia taquicardia, calcificação de tecidos moles, deficiência de crescimento e perda de peso (FSAI, 2019). | 300 – 12001 |
| Cobalto | É um oligoelemento que está presente na estrutura da Vitamina B12. A Vitamina B12 é essencial ao metabolismo do folato e ácidos graxos (COT, 2003). | Fraqueza, fadiga, perda de apetite, perda de peso e subseqüente baixo crescimento, falta de ar, tontura etc. (LANG, 2009). | Cardiotoxicidade (OLSON et al, 2014) | ~4 |
| Cobre | Componente de enzimas (como a superóxido dismutase) e proteínas, necessárias ao crescimento infantil, ação imunológica, maturação de células vermelhas e brancas, metabolismo do ferro, colesterol e glicose (FSAI, 2019). | A deficiência de cobre é rara. Os sintomas incluem anemia, neutropenia (níveis baixos de neutrófilos – um tipo de célula branca) e anormalidades ósseas (FSAI, 2019). | Danos hepáticos e problemas gastrointestinais (NIH, 2021a). | 0,2 – 11 |
| Cromo | Cromo trivalente (Cr III) potencializa ação da insulina, influenciando no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (COT, 2003). | A deficiência de Cromo trivalente (Cr III) não é comum em indivíduos saudáveis (NIH, 2021b). | Doses excessivamente altas (800 mg/kg p.c.) de Cr III pode causar morte por choque cardiogênico, renal, hemorragia e necrose da mucosa intestinal (COT, 2003). | 0,0002-0,0351 |
| Enxofre | É um importante constituinte de aminoácidos, enzimas, vitaminas e outras biomoléculas (NIH, 2006). | Relacionado, principalmente, ao baixo consumo de proteínas (NIH, 2006). A deficiência de aminoácidos sulfurados compromete a síntese de glutatona, que por sua vez tem papel fundamental na defesa antioxidante (NIMNI, HAN, CORDOBA, 2007). | O consumo de enxofre em excesso pode resultar em insuficiência renal (por causa do aumento de sulfato no sangue), estimulação das paratireóides e homocisteína. O consumo de enxofre na forma de sulfato pode causar diarreia osmótica e colite ulcerativa (NIH, 2006). O consumo de enxofre na forma de sulfito pode causar reações alérgicas em indivíduos sensíveis a esta substância (FOOD ALLERGY CANADA, 2021). | ~4 |
| Ferro | Transporte de oxigênio ou transferência de elétrons. Está presente em proteínas que contêm grupos heme (hemoglobina, mioglobina e citocromos) (COT, 2003). | Anemia ferropriva, efeitos adversos na gravidez, comprometimento do desenvolvimento psicomotor, desempenho cognitivo e redução da função imunológica (FSAI, 2019). | Distúrbios gastrointestinais (prisão de ventre, dores abdominais, vômitos), desmaios, falência de órgãos multissistêmicos, coma, convulsões e até a morte (NIH, 2021c). | 0,27 – 271 |
| Fósforo | O fósforo na forma de fosfato está envolvido no ciclo de energia celular, regulação do equilíbrio ácido-base, composição dos fosfolípidos de membranas celulares, regulação e sinalização celular, e mineralização de ossos e dentes (FSAI, 2019). | A hipofosfatemia (níveis baixos de fósforo no sangue) pode levar a doença hepática, sepses (infecção generalizada), cetoacidose diabética (pH sanguíneo baixo causado por corpos cetônicos) e morte. Pode também causar anorexia, anemia, fraqueza muscular, dor óssea, raquitismo e ataxia (COT, 2003). | Pacientes com doença renal são susceptíveis a problemas decorrentes de uma dieta rica em fósforo. A ingestão elevada de fósforo (≥1000 mg/dia) pode estar associada a efeitos cardiovasculares, renais e ósseos, bem como a risco de morte (NIH, 2021d). | 100 –12501 |
| Lítio | Estabilização de membranas celulares (OLSON et al, 2014). | É improvável que ocorra deficiência de lítio em humanos, porém, caso ocorra, o esperado é que a manifestação seja comportamental (EFSA, 2010a). | Náusea, vômito, níveis elevados de ureia e creatinina, desidratação ou insuficiência renal (OLSON et al, 2014). | ~3 |
| Magnésio | Atua como cofator enzimático, possui efeito estabilizador e protetor para membranas celulares, é considerado essencial a manutenção da homeostase do cálcio, potássio e sódio, e no desenvolvimento ósseo (FSAI, 2019). | Desordens cardiovasculares, gastrointestinal e do sistema nervoso central. Além de perturbar a homeostase do cálcio, sendo a hipocalcemia uma das manifestações da deficiência de magnésio (moderada e grave) (COT, 2003). | Nenhum efeito tóxico tem sido associado a ingestão de magnésio como ocorrência natural nos alimentos. No entanto, a diarreia osmótica foi observada em casos de ingestão excessiva de sais de magnésio (COT, 2003). | 36 – 2601 |
| Manganês | É um cofator catalítico para várias enzimas e ativa uma série de outras enzimas (FSAI, 2019). | Em humanos a deficiência de manganês somente tem sido observada sob condições experimentais onde foi medida a diminuição dos níveis de colesterol e a coagulação de proteínas (COT, 2003). | Neurotoxicidade (FSAI, 2019). | 0,003-2,31 |
| Molibdênio | Componente essencial de enzimas que catalisam reações redox (EFSA, 2013a). | Sinais clínicos decorrentes da deficiência de molibdênio não têm sido observados em indivíduos saudáveis (EFSA, 2013a). | Dores nas articulações (sintomas semelhantes a gota) e níveis elevados de ácido úrico no sangue (NIH, 2021e). | 0,002 – 0,0501 |
| Níquel | A importância nutricional e bioquímica do níquel não foi estabelecida. Porém, o níquel pode servir como um cofator ou componente estrutural de metaloenzimas específicas e pode estar relacionado ao metabolismo do ferro (NIH, 2006a). | A deficiência de níquel não tem sido reportada em humanos (EFSA, 2006b). | Distúrbios gastrointestinais (náusea, vômito, desconforto abdominal, diarreia), dermatite etc. (COT, 2003). | ~3 |



| Substância | Função Fisiológica | Principais problemas relacionados a deficiência da substância no organismo | Principais problemas relacionados ao excesso da substância no organismo | Valores de referência (mg/dia) |
|------------|---|--|--|--------------------------------|
| Nitrogênio | Nitrogênio, carbono, oxigênio, hidrogênio e enxofre são componentes de macromoléculas (proteínas, carboidratos e ácidos graxos), além de muitas outras moléculas orgânicas. | A deficiência de proteínas causa diminuição da síntese proteica muscular e da manutenção da massa muscular, aumenta a fragilidade óssea e o surgimento de fraturas etc. (EFSA, 2011b). | O excesso do consumo de nitrogênio na forma de proteína pode causar danos à função renal (NIH, 2006b). O nitrogênio na forma de nitrato e nitrato pode levar a formação de metemoglobina (principalmente em crianças). A metemoglobinemia causa pele azulada, dificuldade para respirar, náuseas, diarreia, vômitos, desidratação, tontura, fraqueza, coma e convulsões (ATSDR, 2013). | ~4 |
| Potássio | O potássio e o sódio são essenciais para manter a pressão osmótica intracelular. O potássio também é um cofator para numerosas enzimas, é requerido para secreção da insulina pelo pâncreas, fosforilação da creatinina, metabolismo de carboidratos e síntese de proteína (COT, 2003). | Aumento de pressão arterial, risco de pedras nos rins, turnover ósseo (renovação óssea), excreção de cálcio urinário e sensibilidade ao sal (NIH, 2021f). | A hipercalcemia (excesso de potássio sanguíneo) é um problema grave e potencialmente fatal. Outros sintomas causados pela hipercalcemia são: fadiga muscular, fraqueza, paralisia, arritmia cardíaca e náuseas (FSAI, 2019). | 400 – 34002 |
| Selênio | O selênio está envolvido na formação de inúmeras proteínas relacionadas a tireoide e não funções neural, imunológica e gastrointestinal (FSAI, 2019). | A baixa ingestão de selênio está associada à doença de Keshan, uma cardiomiopatia congestiva que afeta crianças e mulheres em idade reprodutiva e que, possivelmente, causa distúrbio musculoesquelético (COT, 2003). | A selenose (excesso de selênio no organismo) tem como sinais e sintomas mais comuns: hálito com odor de alho, gosto metálico na boca, perda de cabelo e unha, lesões de pele e sistema nervoso, náuseas, diarreia, erupções cutâneas, dentes manchados, fadiga, irritabilidade e anomalias do sistema nervoso (NIH, 2021g). | 0,006 – 0,0351 |
| Silício | Silício parece estar relacionado a formação de ossos e tecido conjuntivo (COT, 2003). | A deficiência de silício não tem sido reportada em humanos (COT, 2003). | Pedras nos rins (observado em paciente com uso prolongado de antiácido contendo trissilicato de magnésio) (COT, 2003). | ~3 |
| Sódio | O sódio está associado, principalmente, ao cloro, formando o cloreto de sódio. O sódio é um cátion solúvel em água (principal eletrólito extracelular), regulado pelo balanço osmótico e eletrolítico. Está envolvido na condução nervosa, transporte celular ativo, transporte e formação da apatita mineral no osso (FSAI, 2019). | A deficiência de sódio é extremamente incomum, mas pode levar a pressão arterial baixa, desidratação muscular e cólicas (COT, 2003). | Elevação da pressão arterial (relacionado principalmente a ingestão de sal). O aumento da pressão arterial, está relacionado a doença isquêmica cardíaca, acidente vascular cerebral e doença renal (EFSA, 2006b). | 110 – 15002 |
| Vanádio | Há relatos de que o vanádio deve aumentar a ação da insulina, porém o mecanismo de ação é incerto. O vanádio também parece estimular a proliferação celular, diferenciação e inibição de várias enzimas (ATPases, fosfatases fosforil-transferases) (NIH, 2006). | Deficiência de vanádio não tem sido reportada em humanos (EFSA, 2006b). | Distúrbios gastrointestinais (EFSA, 2006b). | ~3 |
| Zinco | O zinco é essencial a metaloenzimas, síntese e estabilização do material genético, divisão celular, síntese e degradação de carboidratos, lipídeos e proteínas (COT, 2003). | A deficiência de zinco é rara, mas pode levar a retardo do crescimento e desenvolvimento, além de retardar a puberdade em crianças. Diversos efeitos em adultos podem ser observados devido as muitas funções que o zinco desempenha (FSAI, 2019). | Causa efeitos sobre o metabolismo do cobre (Cu), levando a efeitos similares àqueles causados pela deficiência do cobre (FSAI, 2019; EFSA, 2006b). | 2,8 – 111 |

Tabela 81. Substâncias químicas classificadas como essenciais. Fonte 1 = ANVISA, 2005 (RDC 269/2005); Fonte 2= NASEM a, 2019 (Ingestão adequada); Fonte 3 = COT, 2003 (Não possui ingestão diária recomendada); Fonte 4= COT, 2003 (Ingestão recomendada não definida).



Diferentemente das substâncias essenciais, as substâncias não essenciais não possuem um papel específico no organismo humano, porém podem adentrar ao organismo por diferentes vias de exposição, devido aos seus usos e/ou ocorrência natural.

A equipe de perícia salienta que o cromo no estado de valência III (Cr^{+3}) é essencial ao organismo humano, enquanto no estado de valência VI (Cr^{+6}) não é considerado uma substância essencial. Portanto, o cromo foi avaliado tanto como substância essencial quanto como não essencial.

Entre as substâncias não essenciais, existem aquelas que estão diretamente associadas ao rejeito armazenado na barragem de Fundão (substâncias químicas do Tipo 1 – SQ1), as especiações de dois metais e de um semimetal associados diretamente ao rejeito (substâncias químicas do Tipo 2 – SQ2), as substâncias químicas orgânicas que foram encontradas no rejeito de Fundão e as substâncias oriundas dos compostos utilizados no beneficiamento do minério de ferro pela Samarco (substâncias químicas do Tipo 3 – SQ3) e, por fim, as substâncias químicas orgânicas passíveis de terem sido remobilizadas com a passagem da onda de rejeitos ou durante as cheias sazonais (substâncias químicas do Tipo 4 – SQ4).

As principais informações referentes as principais fontes e usos, exposição por via oral, toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção) e principais efeitos causados pelas substâncias químicas não essenciais estão apresentados na Tabela 82 seguir.



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|---|---|---|--|---|
| Alumínio (Al) | Elemento metálico mais abundante na crosta terrestre. Encontrado no meio ambiente tanto pela sua ocorrência natural quanto pela ação antrópica (ATSDR, 2008a; EFSA, 2008). É utilizado pela indústria de alimentos como componente de embalagens, aditivo e no tratamento da água como floculante (ATSDR, 2008a; EFSA, 2008). | Principalmente alimentos (frutas, vegetais, cereais, sementes e carne) e água potável (ATSDR, 2008a; EFSA, 2008). | Baixa biodisponibilidade tanto quando ingerido por meio da água (0,3%), quanto para alimentos e bebidas (0,1%). Absorção por via oral depende do composto de alumínio (varia em torno de 10%). Ligantes dietéticos pode aumentar ou diminuir a absorção. O alumínio é transportado no organismo humano, pela ferritina, e se distribui amplamente por todos os tecidos, podendo atravessar a barreira hematoencefálica e placentária, atingindo o cérebro e feto respectivamente. Além disso, ele permanece por muito tempo em tecidos e órgãos antes de ser excretado (EFSA, 2008). | Em relação aos danos à saúde o alumínio mostrou ser neurotóxico a pacientes submetidos a diálise (exposição crônica, por via venosa (veia) e com elevadas concentrações). Algumas hipóteses vêm sendo realizadas sobre a relação entre o alumínio e a etiologia (origem) da doença de Alzheimer, bem como a associação com outras doenças neurodegenerativas em humanos, porém os dados científicos são controversos (EFSA, 2008). |
| Antimônio (Sb) | Naturalmente presente na crosta terrestre e adentra no meio ambiente pela ação antrópica, principalmente durante a exploração e o beneficiamento de minério (ATSDR, 2019). | Principalmente, pela ingestão de alimentos e água potável (ATSDR, 2019). | Estudos em animais sugerem que o antimônio seja pouco absorvido após ingerido, porém inúmeros fatores interferem nesta absorção, como a forma química e a solubilidade do antimônio ingerido, a idade e a dieta de cada indivíduo. | O trato gastrointestinal, o fígado e os níveis séricos de glicose são os alvos mais sensíveis da exposição oral de antimônio (ATSDR, 2019). |
| Arsênio (As) – arsênio inorgânico III, arsênio inorgânico V, ácido monometilarsênico, ácido dimetilarsênico e arsenobetaina | O arsênio é um metaloide de origem natural e antropogênica que ocorre tanto na forma inorgânica quanto orgânica no meio ambiente. As espécies inorgânicas compreendem principalmente arsênio V e III (estados de oxidação +5, como arseniato e +3, como arsenito) e as espécies orgânicas incluem arsenobetaina, arsenocolina, ácido monometilarsênico, ácido dimetilarsênico, arsenoalcoóis e arsenolipídeos (EFSA, 2009b). | Ingestão de alimento, água e/ou solo contendo arsênio (ATSDR, 2007a). | As propriedades físico-químicas das diferentes formas de arsênio influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção) (EFSA, 2009b). Em 2016, a ATSDR divulgou um adendo sobre o papel de polimorfismos genéticos em relação aos efeitos toxicocinéticos e a sensibilidade ao arsênio (ATSDR, 2016). | Os efeitos tóxicos do arsênio variam com a espécies químicas, sendo as formas de arsênio inorgânico as mais tóxicas. Arsênio inorgânico: Exposição crônica: Efeito carcinogênico: A IARC* classifica do arsênio inorgânico como um agente carcinogênico para seres humanos (Grupo 1) pois, pode aumentar o risco de câncer de pele, fígado, bexiga e pulmões (ATSDR, 2007a). Efeitos não carcinogênico: A ao arsênio por via oral pode ocasionar: problemas na pele (hiperqueratinização e formação de calos e verrugas na pele – palmas das mãos e solas dos pés), problemas cardíacos (aumento da pressão arterial e problemas de circulação), complicações respiratórias (diminuição das funções respiratórias), adversidades gastrointestinais (náuseas, vômito e diarreia) e problemas neurológicos (neuropatia periférica – dormência de mãos e pés). Exposição aguda: pode causar na intoxicação aguda levando à encefalopatia (confusão, alucinação, perda de memória e da habilidade emocional) e dependendo da dose pode levar a morte (ATSDR, 2007a). Arsênio orgânico: Exposição crônica: Efeito carcinogênico: Arsenobetaina e outros compostos orgânicos não são classificados (IARC, 2022). Efeitos não carcinogênico: Dados em animais sugerem que a arsenobetaina tem baixa toxicidade e os seus efeitos a saúde não costumam ser estudados. Por via oral o ácido monometilarsênico causou diarreia e danos nos tecidos do intestino grosso de várias espécies de animais, danos renais e problemas na tireoide. Enquanto em ratos os órgãos alvos do ácido dimetilarsênico são bexiga e rins. Os ratos são mais sensíveis aos efeitos do ácido dimetilarsênico (ATSDR, 2007a). Estudos sobre os efeitos tóxicos dos compostos orgânicos de arsênio são escassos (ATSDR, 2016). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|--------------|--|---|--|---|
| Bário (Ba) | O bário compõe 0,05% da crosta terrestre e não existe na natureza na forma elementar. Os minérios barita (sulfato de bário) e witherita (carbonato de bário) contêm bário, porém compostos de bário também estão presentes em rochas ígneas e sedimentares (ATSDR, 2007b). O bário é utilizado na produção e brinquedos, tintas, tijolos, vidro, borracha, cerâmica, etc (EU, 2012). | Ingestão de alimentos, água e/ou solo contendo bário. E crianças que colocam brinquedo (que contem bário) na boca. | As propriedades físico-químicas das diferentes formas de bário influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção) | Os efeitos do bário na saúde dependem da solubilidade em água dos compostos, quanto mais solúveis mais prejudiciais à saúde humana. A absorção de grandes quantidades de bário solúveis em água pode causar paralisia e, em alguns casos, até a morte. Pequenas quantidades de bário solúvel em água podem causar dificuldades respiratórias, aumento da pressão arterial, alterações do ritmo cardíaco, irritação do estômago, fraqueza muscular, alterações nos reflexos nervosos, inchaço do cérebro e do fígado, danos nos rins e no coração O mecanismo de ação tóxica do bário ainda não foi totalmente elucidado. No entanto o bário parece bloquear o efluxo (saída) passivo (sem gasto de energia celular) de potássio de dentro da célula, resultando em uma mudança na concentração de potássio fora e dentro da célula (ATSDR, 2007b). A exposição aguda resulta em vários efeitos, incluindo taquicardia (aumento da frequência cardíaca), hipertensão e/ou hipotensão (aumento ou diminuição da pressão arterial), fraqueza e paralisia muscular. (WHO, 2016). |
| Berílio (Be) | O berílio é um elemento de origem natural presente em rochas, carvão, petróleo, solo e poeira vulcânica. Duas rochas, bertrandita e berilo, são extraídas comercialmente para a recuperação de berílio (ATSDR, 2022b). A maior parte do minério de berílio extraído é convertido em ligas metálicas (misturas de metais), as quais são utilizadas na fabricação de peças elétricas e eletrônicas, automóveis, computadores, equipamentos esportivos (tacos de golfe, quadros de bicicletas) e pontes dentárias. O berílio puro é usado em armas e reatores nucleares, aeronaves e estruturas de veículos espaciais, instrumentos, máquinas de raio-x e espelhos. O óxido de berílio é usado para fabricar cerâmicas especiais para aplicações elétricas e de alta tecnologia (ATSDR, 2022b). | Ingestão de alimento e água contaminada (IARC, 2012). | As propriedades físico-químicas das diferentes formas de berílio influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção) | A exposição a compostos de berílio solúveis de berílio em geral, representam uma ameaça maior à saúde humana do que a exposição a formas insolúveis em água (ATSDR, 2022b). O berílio e os compostos de berílio são classificados como agentes carcinogênicos a humanos por via respiratória (IARC, 2012) e sensibilizante por via dérmica Dados sobre seus efeitos sensibilizantes por via oral são inconclusivos Informações sobre os efeitos do berílio no desenvolvimento humano e de animais são escassos (ATSDR, 2022b). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|--------------|---|---|---|---|
| Cádmio | O cádmio é naturalmente encontrado no meio ambiente, principalmente associado ao zinco, chumbo e cobre. Ações antrópicas como atividades de fundição de outros metais, queima de combustíveis fósseis, incineração de resíduos, uso de fertilizantes fosfatados e lodo de esgoto também levam a liberação de cádmio no meio ambiente. Características como metal bivalente (EFSA, 2012b). | Principalmente ingestão de alimento e água (EFSA, 2012b). | O cádmio absorvido pelo corpo é eliminado muito lentamente, com tempo de meia vida biológico (T _{1/2}) estimado de 10 a 30 anos. O cádmio pode atravessar membranas biológicas por diferentes mecanismos, se associando a ligantes como a metalotioneína (EFSA, 2012b). | O cádmio não tem função biológica conhecida em animais e humanos, mas tem um comportamento semelhante a metais essenciais. O cádmio perturba a homeostasia (equilíbrio) do cálcio, zinco ou ferro, interferindo diretamente nas funções celulares básicas. A exposição ao cádmio tem sido associada a nefrotoxicidade (toxicidade renal), osteoporose, neurotoxicidade (toxicidade do cérebro), carcinogenicidade (capacidade de provocar ou estimular o aparecimento de câncer), genotoxicidade (capacidade de promover alterações no material genético), teratogenicidade (capacidade de causar efeitos anormais no desenvolvimento pré-natal) e efeitos endócrinos (hormonais) e reprodutivos (EFSA, 2012b). A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer classificou o cádmio como cancerígeno humano (Grupo 1) com base em estudos ocupacionais (IARC, 2022). Dados mais recentes sobre a exposição humana ao cádmio na população em geral foram estatisticamente associados ao aumento do risco de câncer de pulmão, endométrio, bexiga e mama (EFSA, 2012b). |
| Chumbo (Pb) | O chumbo é naturalmente encontrado no meio ambiente, porém a contaminação ambiental resulta em grande parte da ação antrópica. A mineração, fundição, soldagem, fabricação de baterias, munição e de tubos de água metálicos, bem como o uso de chumbo em tintas e gasolina (no passado) promove/promoveu a liberação de chumbo no meio ambiente (ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b). | Ingestão de alimentos, água e solo contendo chumbo (ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b). | O chumbo existe tanto em formas orgânicas como inorgânicas. O chumbo orgânico e o inorgânico diferem em termos toxicocinéticos. O chumbo pode se acumular no organismo, principalmente nos ossos. A liberação do chumbo dos ossos ocorre durante períodos fisiológicos ou patológicos de desmineralização óssea, como gravidez, lactação e osteoporose, mesmo que a exposição ao chumbo já tenha cessado (ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b). | As formas orgânicas de chumbo são mais tóxicas do que as formas inorgânicas. O chumbo interfere sobre o sistema hematopoiético (sanguíneo), cardiovascular (coração e vasos), renal, endócrino (hormonal), gastrointestinal, imunológico e reprodutivo. No entanto, o sistema nervoso central (SNC) é particularmente afetado, principalmente o cérebro em desenvolvimento, podendo causar prejuízo no desenvolvimento cognitivo e no desempenho intelectual de crianças, mesmo em baixos níveis de exposição (ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b). |
| Estanho (Sn) | O estanho está naturalmente presente na crosta terrestre e pode ser liberado no meio ambiente por fontes naturais e antropogênicas (ATSDR, 2005a). | Principalmente ingestão de água e alimentos (ATSDR, 2005a). | As propriedades físico-químicas das diferentes formas de estanho influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção) | Os efeitos do estanho a saúde variam de acordo com a forma química (orgânica ou inorgânica) com que o estanho se apresenta e as vias de exposição. Quando ingerido, o estanho inorgânico pode causar efeitos gastrointestinais (náuseas, vômitos e diarreia). Não há evidências de que o estanho inorgânico afete a reprodução, promova alterações genéticas ou seja cancerígeno. Alguns compostos de estanho orgânico podem causar danos à saúde humana, incluindo a morte (ATSDR, 2005a). A imunotoxicidade (toxicidade ao sistema imunológico) foi selecionada pela EFSA como parâmetro toxicológico crítico para avaliação de risco à estanho orgânico (EFSA). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|--------------------------------------|--|--|---|---|
| Mercurio (Hg) e Metilmercurio (MeHg) | O mercúrio é liberado no meio ambiente por fontes naturais e antrópicas (mineração, reciclagem de lâmpadas fluorescentes, baterias, indústria de cloro-álcalis etc.). Diferentes formas de mercúrio podem ser encontradas no meio ambiente (mercúrio elementar ou metálico, mercúrio inorgânico e mercúrio orgânico) (ATSDR, 1999). O metilmercurio é a forma orgânica predominante (mais comum) do mercúrio no meio ambiente. Este composto é solúvel, móvel, entra rapidamente na cadeia alimentar, principalmente aquática, se acumulando em maior extensão no tecido biológico do que as formas inorgânicas de mercúrio. O metilmercurio pode ser biomagnificado ao longo da cadeia trófica (ATSDR, 1999). | Principalmente ingestão de água e alimentos (EFSA, 2022; EFSA, 2012a). | A toxicocinética do mercúrio varia em relação a sua forma química (EFSA, 2022; EFSA, 2012a). O metilmercurio é capaz de atravessar as barreiras placentárias e hematoencefálicas, atingindo o feto e sistema nervoso central. | Os efeitos tóxicos são causados tanto pelo mercúrio inorgânico quanto orgânico, sendo os rins, sistema nervoso, fígado, sistema imunológico, sistema reprodutivo e de desenvolvimento os órgãos afetados pela exposição ao mercúrio. Porém, os efeitos críticos causados pelo mercúrio orgânico (neurodesenvolvimento) e inorgânico (renal) não são os mesmos. (EFSA, 2022; ATSDR, 1999). |
| Prata (Ag) | A prata é liberada para o meio ambiente pelo intemperismo natural e pela ação antrópica (ATSDR, 1990). A prata é usada em materiais fotográficos, baterias alcalinas, equipamentos elétricos, ligas duras, espelhos, catalisadores químicos, moedas, talheres e joias. Os compostos solúveis de prata podem ser usados como agentes antissépticos externos, agentes bacteriostáticos (que impedem proliferação bacteriana) e desinfetantes (WHO, 1996). | A maioria das pessoas são expostas a prata por meio da ingestão de água e alimentos (ATSDR, 1990). | A absorção de prata da dieta varia muito de indivíduo para indivíduo e com o tipo de dieta. A Organização Mundial da Saúde (OMS) assumiu que aproximadamente 10% da prata ingerida é absorvida. A prata pode se acumular lentamente nos organismos com a idade. Os principais locais de deposição da prata no corpo são o fígado, a pele, as suprarrenais, os pulmões, o músculo, o pâncreas, o rim, o coração e o baço (ECCC, 2020). | A argíria é o principal problema de saúde relacionado à exposição crônica a prata. Esta condição se caracteriza por descoloração cinza-azulada da pele, dos olhos e das mucosas membranas (OMS, 2017). Estudos com animais demonstram que outros órgãos alvos também podem ser afetados pelo consumo excessivo da prata, como o coração e os rins (RAIS, 1992). |
| Tálio (Tl) | O tálio é amplamente distribuído em níveis traço na crosta terrestre. O tálio existe em dois estados químicos (taloso e tálico). O estado taloso é a forma mais comum e estável. O tálio está presente no ar, na água e solo (ATSDR, 1992). O tálio já foi utilizado como inseticida e roenticida (mata insetos e ratos) e atualmente é utilizado na fabricação de lentes e vidros, produtos farmacêuticos, medicamentos, ligas e eletrônicos (EFSA, 2020a). | Principalmente ingestão de água e alimentos (ATSDR, 1992). | Ao ser ingerido, a maior parte do tálio é absorvido e distribuído rapidamente por todas as partes do corpo, especialmente os rins e o fígado. A eliminação do tálio do corpo humano é lenta (ATSDR, 1992). | O mecanismo de ação tóxica do tálio (Tl) ainda não foi totalmente elucidado. Uma das hipóteses é que por ser físico-quimicamente semelhante ao potássio (K) ele poderia substituir o K e modificar a ativação de enzimas potássio dependentes. Além de atravessar a membrana celular e acumular-se na célula. Outra opção é que o tálio inativaria grupamentos químicos contendo enxofre, responsáveis por aumentar a permeabilidade das mitocôndrias, levando ao influxo de água e inchaço nesta organela (EFSA, 2020a). Caso grandes quantidades de tálio sejam ingeridas (via alimentos e bebidas), este pode afetar o sistema nervoso, o pulmão, o coração, o fígado e o rim. Além disso, pode ocorrer perda de cabelo (temporário), vômito, diarreia e até morte. Há escassez de informações sobre a exposição crônica ao tálio (ATSDR, 1992). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|--------------|--|---|---|---|
| Titânio (Ti) | O titânio é o 9º elemento mais abundante na terra. Sendo encontrado na forma de minerais estáveis ilmenita e rutilo, e na forma de impurezas ou dispersões em muitos aluminossilicatos. Devido à sua grande afinidade pelo oxigênio e outros elementos, o titânio não existe no estado metálico na natureza (WHO, 1982). O principal emprego do dióxido de titânio é como material micro e nano particulado em cosméticos, aditivo alimentar (corante), tintas, medicamentos, borracha de silicone, revestimentos de proteção UV, fita magnética, fibras de toner, cerâmica e revestimentos. O tetracloreto de titânio é utilizado na produção de titânio metálico, pigmentos, revestimentos e polietileno catalisadores de polimerização, enquanto o titanato de bário é em componentes eletrônicos (capacitores cerâmicos) (Ministry of the Environment Government of Japan, 2021). | Principalmente ingestão água, solo e de alimentos (Ministry of the Environment Government of Japan, 2021). | As propriedades físico-químicas das diferentes formas de titânio influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção). | A toxicidade dos compostos de titânio ainda não foi totalmente esclarecida. Porém, em relação ao tetracloreto de titânio (TiCl4) é sabido que a toxicidade advinda deste composto é atribuída ao cloro de hidrogênio, produzido a partir de sua reação com a água, e, neste caso, não teria ligação com o titânio em si (Ministry of the Environment Government of Japan, 2021). |
| Urânio (U) | O urânio é um metal pesado, com propriedades radioativas. O urânio pode ser encontrado em diferentes concentrações e na forma de diferentes compostos em rochas, água, solo e ar como resultado de sua ocorrência natural. Além disso, o urânio também pode entrar no meio ambiente por fontes antropogênicas como aplicação de fosfato contendo fertilizantes (EFSA, 2009d). | A população em geral pode ser exposta ao urânio pela ingestão de água e alimentos contaminados (EFSA, 2009d). | Após ingerido a absorção do urânio é baixa, enquanto a distribuição para os tecidos rápida, chegando aos rins e ossos, onde tende a se acumular. (EFSA, 2009d). | Os rins são os órgãos alvo do urânio, tanto em modelos animais experimentais, quanto em humanos. A nefrototoxicidade é o principal efeito que o urânio pode causar por meio da exposição crônica por via oral. Além disso, por ser um elemento radioativo, o decaimento radioativo do urânio pode levar ao câncer (EFSA, 2009d). |
| Cromo VI | O cromo VI é uma das formas químicas do cromo. Ele é encontrado, principalmente, na água potável, como consequência de contaminação antropogênica (industrial) (IARC, 2022). | Principalmente ingestão de água (EFSA, 2014). Conforme apresentado pela EFSA, mesmo que o alimento seja um meio redutor do Cr VI a Cr III, a pequena quantidade presente nos alimentos poderia contribuir substancialmente para a exposição ao cromo VI (EFSA, 2014). | A absorção gastrointestinal varia conforme seu estado de valência e ligantes. O cromo III é pouco biodisponível enquanto o cromo VI é capaz de atravessar membranas celulares (EFSA, 2014). | Em geral, os compostos de Cr VI são muito mais tóxicos do que compostos de Cr III (a forma essencial do cromo ao organismo humano). Úlcera, diarreia, dor abdominal, indigestão, vômitos, leucocitose e neutrófilos imaturos foram relatados para ingestão de 0,57 mg Cr (IV)/kg peso corpóreo por dia (EFSA, 2014). A IARC classifica o cromo VI como cancerígeno para humanos (IARC, 2022). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|---|---|---|--|---|
| 2,4,5-Triclorofenol e 2,4,6-Triclorofenol | O 2,4,5-triclorofenol e 2,4,6-triclorofenol são compostos introduzidos no meio ambiente pelo homem. O primeiro é liberado a partir de sua produção, 2,4,5-triclorofenol ou pela produção do Silvex®, um composto análogo ao 2,4,5-triclorofenol, que ao ser aplicado como herbicida pode ser degradado a 2,4,5-triclorofenol. E o segundo é fruto da combustão de combustíveis fósseis, incineração de resíduos urbanos, degradação e/ou impureza do agrotóxico 2,4-D. Além dessas situações, uma quantidade significativa de 2,4,6-triclorofenol pode ser formada a partir da cloração de águas contendo fenol (IARC, 1999). | Ingestão de água, alimentos e produtos que contenham este composto. (IARC, 1999). | Os dados sobre a absorção de clorofenóis por via oral são limitados a estudos em animais. Com base nos resultados desses estudos e nas propriedades físicas dos clorofenóis, o a absorção gastrointestinal dos clorofenóis deve ser rápida e praticamente completa. A ligação dos clorofenóis às proteínas plasmáticas tem relação com a sua cloração, quanto maior o número de átomos de cloro maior afinidade com a proteína e consequentemente menor a sua excreção. A formação de conjugados de glicuronídeos e sulfatos parecem ser a via de biotransformação predominante (ATSDR, 1999). | Os efeitos críticos causados pelo 2,4,5-triclorofenol são hepáticos e renais (EPA, 1987a). Estudos com animais indicam que a exposição intermediária ao 2,4,6-triclorofenol por via oral pode diminuir as implantações do embrião, além de diminuir o tamanho da ninhada e/ou número de nascidos vivos. Além disso, 2,4,5-triclorofenol e 2,4,6-triclorofenol afetam o fígado de ratos expostos por via oral, causando alterações bioquímicas, aumento do peso do fígado, hipertrofia hepatocelular e necrose. E também podem reduzir ou aumentar o peso corporal após exposições (aguda, intermitente, crônica) por via oral (ATSDR, 1999). |
| Diclorometano | A existência de diclorometano no meio ambiente é resultado da ação antrópica. O diclorometano é amplamente utilizado como solvente industrial (incluindo indústria de alimentos) e como decapante (WHO; FAO, 1992). | Ingestão de água, alimentos e produtos que contenham este composto (WHO; FAO, 1992). | Ao ser ingerido, o diclorometano é rapidamente absorvido e distribuído do tubo gastrointestinal para o sangue, fígado, pulmões, rins, gordura e tecidos nervosos. A absorção é favorecida se o diclorometano for ingerido em meio aquoso. O diclorometano é eliminado do organismo principalmente pela via pulmonar, na forma de dióxido (CO ₂) e monóxido (CO) de carbono, sendo a formação destes metabólitos dose-dependente (WHO; FAO, 1992). | Estudos com animais tem demonstrado que a ingestão de doses elevadas de diclorometano pode levar a formação de tumores pulmonares. Porém, estes estudos sobre a carcinogenicidade por via oral em animais são inconclusivos (WHO; FAO, 1992). |
| Etilbenzeno | O etilbenzeno é naturalmente encontrado no petróleo, e já foi detectado na casca da laranja, folhas da salsa e leguminosas secas. Este composto é empregado como intermediário para a fabricação de monômero de estireno. Uma pequena parcela do etilbenzeno é utilizado como solvente de tintas ou como intermediário na produção de dietilbenzeno e acetofenona (IARC, 2000). | Principalmente pela ingestão de água e solo. Porém, níveis de etilbenzeno foram encontrados em alimentos (SCF, 1999). | Estudos sobre a absorção de etilbenzeno em humanos após exposição oral são escassos. Estudos em animais, indicam que o etilbenzeno é absorvido de forma rápida e eficaz por via oral (ATSDR, 2010). | Há uma escassez de informações sobre a toxicidade do etilbenzeno por via oral em humanos. Estudos em animais indicam que a ingestão de etilbenzeno cause danos hepáticos e renais em ratos (ATSDR, 2010). |
| Fenol | O fenol pode ser liberado no meio ambiente (ar e água) durante o seu processo de fabricação e descarte de produtos contendo fenol. É usado na produção de plásticos, de desinfetante, em produtos de limpeza, enxaguantes bucais e sprays para a garganta. Na indústria de alimentos o fenol é empregado como flavorizante (confere sabor e odor) (EFSA, 2013b; ATSDR, 2008b). | Ingestão de água, solo e alimentos (normalmente defumados, fritos ou que são embalados com plásticos que contêm resíduos de fenol) (EFSA, 2013b; ATSDR, 2008b). | O fenol é bem absorvido e rapidamente distribuído (independentemente de sua rota e via de exposição) pelo organismo. Ele é biotransformado nos rins e no fígado, onde são encontradas as maiores concentrações de seus produtos de biotransformação, além disso pode sofrer metabolismo de primeira passagem. O metabolismo de primeira passagem ocorre quando o fenol é metabolizado pelo epitélio intestinal e pelo fígado, antes de atingir a circulação sistêmica (EFSA, 2013b). | Os efeitos sobre a saúde humana variam de acordo com a via de exposição e com o tipo de exposição (aguda ou crônica). A ingestão de produtos líquidos contendo fenol concentrado pode causar problemas gastrointestinais graves, inclusive a morte. Animais expostos ao fenol, por via oral, apresentaram tremores musculares, dificuldade para andar e morte (ATSDR, 2008b). Segundo a IARC, o fenol não é classificado como carcinogênico a humanos (Grupo 3) (IARC, 2002). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|------------|---|---|--|--|
| Tolueno | O tolueno é um componente da gasolina, porém ele pode ser encontrado na árvore <i>Myroxylon balsamum</i> (árvore Tolu). O tolueno é utilizado na produção de tintas (tintas, diluentes, esmaltes, vernizes), plástico (plásticos e poliuretano), produtos químicos (trinitrotolueno (TNT), ácido benzóico, cloreto de benzóila e diisocianato de tolueno) (ATSDR, 2017) | Ingestão de água, alimentos e produtos que contenham este composto (WHO, 2019) | Quando ingerido, o tolueno é bem absorvido pelo tubo gastrointestinal (TGI), rapidamente distribuído pelo corpo, atingindo principalmente o tecido adiposo, e excretado pela urina (ATSDR, 2017). | Embora os dados oriundos da exposição humana e animal ao tolueno, por via oral, sejam limitados, os efeitos oriundos de testes com animais (ratos e camundongos) incluem evidências de doenças cardiovasculares, hematológicas, hepáticas, renais e efeitos sobre o peso corporal (ATSDR, 2017). |
| Acrilamida | A acrilamida é utilizada na produção de poliacrilamida, que por sua vez, é empregada no tratamento de efluentes em estações de tratamento de água, processos industriais e na mineração (ATSDR, 2012). Além disso, a acrilamida é um produto químico que se forma naturalmente em alimentos ricos em amido, quando submetidos a altas temperaturas (EFSA, 2021c). | Principalmente ingestão de água potável e alimentos (fritos, grelhados, assados ou submetidos ao cozimento normal em altas temperaturas) (ATSDR, 2012). | Após a ingestão oral, a acrilamida é absorvida pelo trato gastrointestinal e distribuído para todos os órgãos. A acrilamida é extensamente biotransformada, e um dos seus produtos de biotransformação (glicidamida) tem sido associado aos possíveis efeitos genotóxicos e cancerígenos da acrilamida. (EFSA, 2015c). | A acrilamida é classificada pela IARC como uma substância provavelmente carcinogênica a humanos (Grupo 2A) (IARC, 2022), uma vez que há estudos que verificaram o surgimento de câncer em animais expostos a ela. Em modelos animais também foi verificado que a acrilamida reduz a fertilidade de machos. Tal efeito pode ser observado em humanos, caso estes forem expostos a doses elevadas. Porém, as situações de elevada exposição não são normalmente vivenciadas pela maioria das pessoas. A em situações de exposição aguda (normalmente em situações ocupacionais) a acrilamida pode causar efeitos sobre o sistema nervoso, tais como: fraqueza muscular, sudorese e dormência nas mãos e pés (EFSA, 2015c). |
| Cianeto | Os cianetos atingem os compartimentos ambientais por meio de processos naturais e atividades industriais (antrópicas) (ATSDR, 2006b). | Ingestão de água, solo e alimentos contaminados. Alguns alimentos de origem vegetal contêm glicosídeos cianogênicos. Quando as células vegetais são danificadas (moer ou mastigar) os glicosídeos cianogênicos ficam suscetíveis a ação enzimática levando a liberação de cianeto contido em sua estrutura. No ambiente aquoso o cianeto pode existir na forma não dissociada (cianeto de hidrogênio – HCN) e dissociada (ion cianeto, CN) (EFSA, 2019b). | Após ingerido, o cianeto pode entrar rapidamente na corrente sanguínea. Parte do cianeto é biotransformado e excretado na urina na forma de tiocianato (menos tóxica). Uma pequena quantidade é convertida em dióxido de carbono e é expelido pela respiração (EFSA, 2019b). | A gravidade dos efeitos nocivos depende (em parte) do cianeto (composto) ao qual a pessoa foi exposta. A exposição a altos níveis de cianeto por um curto tempo prejudica o cérebro e coração e pode até causar coma e morte (ATSDR, 2006b). O principal modo de ação, relacionado a toxicidade aguda causada pelo cianeto, é a inibição da fosforilação oxidativa. Isto faz com que a produção de energia ocorra pela via anaeróbica (sem oxigênio). A privação do metabolismo aeróbico resulta em hipóxia, acidose metabólica (baixo pH sanguíneo) e comprometimento de funções vitais funções. Devido à alta demanda de oxigênio e energia, o cérebro e o coração são sensíveis a toxicidade do cianeto. A exposição contínua ao cianeto pode agravar o bócio e o cretinismo, isto provavelmente ocorre porque o tiocianato, que é semelhante em tamanho ao íon iodeto, interfere na captação de iodeto pela glândula tireóide (EFSA, 2019b). Não há evidências de que o cianeto seja carcinogênico para humanos ou animais (ATSDR, 2006b). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|---|---|--|---|---|
| Aldrin, dieldrin e endrin | O aldrin, dieldrin e endrin são inseticidas clorados, introduzidos no meio ambiente pela ação humana, cujo uso foi banido no Brasil e em vários países. O aldrin é prontamente convertido em dieldrin na maioria das condições ambientais e no corpo. Estes compostos se caracterizam por sofrerem biodegradação lenta, baixa mobilidade nos solos, tendência à partição entre sólidos em suspensão e sedimentos a coluna d'água. Além de possuir capacidade de bioconcentração e alto potencial de bioacumulação (ATSDR, 2021b; ATSDR, 2021c). | A via mais provável de exposição da população é a ingestão de água potável ou alimentos contendo estes compostos. Espera-se que a exposição a eles seja baixa, uma vez que seu uso foi banido. | Aldrin e dieldrin são prontamente absorvidos pelo trato gastrointestinal. O Aldrin é absorvido e rapidamente convertido em dieldrin (principalmente no fígado). A distribuição é inicialmente generalizada, mas rapidamente redistribuída principalmente para o tecido adiposo. Dieldrin e seus metabólitos são excretados principalmente nas fezes (via bile) e em menor grau pela urina. Os dados sobre a absorção, distribuição, biotransformação e excreção de endrin em humanos e animais após exposição por via oral são limitados. No entanto estes estudos sugerem que o organismo humano seja capaz de absorver o endrin por via oral. O endrin é distribuído principalmente na gordura, e seu principal produto de biotransformação é a Anti-12-hidroxi-endrin. A excreção de endrin e seus produtos de biotransformação ocorre principalmente pelas fezes e urina. (ATSDR, 2021b; ATSDR, 2021c). | Além de danos neurológicos presume-se que a exposição ao aldrin, dieldrin e endrin possa causar efeitos à saúde humana em relação ao peso corpóreo, fígado, desenvolvimento e reprodução. Estudos em humanos e animais sugerem que o endrin também cause efeito sobre o sistema endócrino, rins e coração (ATSDR, 2021b; ATSDR, 2021c). |
| Hexaclorociclohexano (HCH – total e HCH-gama (Lindano)) | O hexaclorociclohexano (HCH), também conhecido como hexacloreto de benzeno (BHC), contém oito isômeros. Os isômeros diferem entre si de acordo com a posição dos átomos de hidrogênio na estrutura química do HCH. Um desses isômeros é o gama-HCH (γ-HCH, comumente chamado lindano). O lindano é produzido e usado como inseticida em agrotóxicos e medicamentos em alguns países. O HCH grau técnico é uma mistura de várias formas químicas de HCH e já foi utilizado como inseticida (ATSDR, 2005b). No Brasil todos os usos do lindano foram proibidos em 2006, por meio da Resolução RDC/ANVISA n° 165, de 18 de agosto de 2006 (ANVISA, 2006). Apesar da proibição do uso do lindano ele pode se bioacumular e sofrer biomagnificação na cadeia alimentar por causa de sua lipofilia (afinidade com gordura) e persistência (ATSDR, 2005b). | Ingestão de água e alimentos contaminados (ATSDR, 2005b). | Os isômeros de hexaclorociclohexano são rapidamente absorvidos pelo trato gastrointestinal, atravessam a placenta e podem ser transferidos para o leite (EFSA, 2005b). | A toxicidade varia com os isômeros, sendo o γ-HCH o mais agudamente neurotóxico. Todos os isômeros causam hiperplasia hepática e/ou tumores hepáticos (EFSA, 2005b). A IARC, classifica o lindano e todos os isômeros de hexaclorociclohexano, como agente carcinogênico a humanos (Grupo 1) (IARC, 2022). |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|-------------|---|--|--|--|
| Glifosato | O glifosato é um princípio ativo produzido pelo homem, utilizado em produtos herbicidas de uso residencial e agrícola (ATSDR, 2020b). No Brasil, o glifosato pode ser utilizado nas culturas de abacate, abacaxi, açaí, algodão, ameixa, amendoim, ananás, arroz, aveia, aveia preta, azeitão, banana, batata yacon, batata-doce, beterraba, cacau, café, caju, cana-de-açúcar, caqui, cará, carambola, castanha-do-pará, cenoura, centeio, cevada, citros, côco, cupuaçu, dendê, ervilha, feijão, feijões, figo, gengibre, goiaba, grão de bico, guaraná, inhame, kiwi, lentilha, maçã, macadâmia, mamão, mandioca, mandioquinha-salsa (batata baroa), manga, mangaba, maracujá, marmelo, milho, milho, nabo, nectarina, nêspera, pastagens, péra, pêssego, pinhão, pupunha, rabanete, romã, soja, sorgo, trigo, triticale e uva (ANVISA, 2022). | Ingestão de plantas, alimentos ou águas contendo resíduos. (ATSDR, 2020b). | O glifosato é absorvido pelo trato gastrointestinal e é prontamente distribuído pelo sangue, mas não se acumula em nenhum determinado órgão ou tecido. O glifosato não sofre metabolismo significativo em mamíferos e <1% é metabolizado para ácido aminometilfosfônico (AMPA). A maior parte do glifosato é rapidamente excretada na urina e aproximadamente dois terços são excretados nas fezes (ATSDR, 2020b). | Estudos que avaliam os efeitos à saúde humana decorrente da exposição ao glifosato grau técnico não são comuns (ATSDR, 2020b). Na ausência de dados experimentais relacionados aos efeitos sobre a saúde humana, os efeitos observados em animais são considerados relevantes. Em animais, os efeitos não cancerígenos, mais sensíveis a exposição por via oral, são: distúrbios gastrointestinais e sobre a glândula salivar. Também foram relatados efeitos oculares, hepáticos, renais, sobre o peso corporal e desenvolvimento (ATSDR, 2020b). A IARC classifica o glifosato como provavelmente carcinogênico a humanos (Grupo 2A) (IARC, 2022). |
| Acefato | O acefato é um inseticida ("mata inseto") organofosforado (EPA, 2006) produzido pelo homem, que no Brasil pode ser aplicado em culturas de algodão, amendoim, batata, citros, feijão, melão, milho, soja e tomate (EPA, 2006). | Ingestão de alimentos e água contaminados (EPA, 2006). | Estudos toxicocinéticos indicam que o acefato é rapidamente absorvido e uniformemente distribuído após administração por via oral. A maior parte da dose administrada foi excretada inalterada pela urina, a qual é a principal via de excreção do acefato (FAO & WHO, 2005). | A inibição da atividade da colinesterase é a base de seus principais efeitos tóxicos. Entre os principais efeitos à saúde causados pelo acefato estão: náusea, tontura, confusão mental e em exposições muito altas paralisia respiratória e morte (EPA, 2006). |
| Atrazina | A atrazina é um composto sintético utilizado como herbicida (ATSDR, 2003), sendo utilizado no Brasil em culturas de abacaxi, cana-de-açúcar, milho, milho, soja e sorgo (ANVISA, 2022). | Níveis elevados de atrazina não são esperados em alimentos. | Após a ingestão e absorção, a atrazina se distribui para todos os tecidos, incluindo o tecido adiposo (gordura), e é excretada principalmente pela urina (ATSDR, 2003). | Os principais efeitos à saúde causados pela atrazina são: alteração do funcionamento do sistema reprodutivo, aumento do risco de parto prematuro e alteração nos níveis sanguíneos de hormônios sexuais. Além disso, estudos com animais sugerem danos hepáticos (fígado), renais e cardíacos (ATSDR, 2003). |
| Clorpirifós | O clorpirifós é encontrado no meio ambiente devido a sua produção e uso como inseticida (ATSDR, 1997). | Níveis residuais podem ser encontrados nos alimentos e água. | Após a ingestão, o clorpirifós é absorvido pelo intestino e distribuído pelo corpo. | A exposição por via oral de curto prazo (um dia), em baixas quantidades (miligramas) podem causar tonturas, fadiga, coriza, salivação, náuseas, desconforto intestinal, sudorese e alterações na frequência cardíaca. Enquanto a exposição a níveis muito mais altos (gramas) pode causar paralisia, convulsões, perda de consciência e morte. Outros efeitos incluem mudanças no comportamento ou padrão de sono, alterações de humor e efeitos nos nervos e/ou músculos dos membros resultando em formigamento, ou fraqueza muscular (ATSDR, 1997). Efeitos genotóxicos e sobre o neurodesenvolvimento não foram totalmente esclarecidos. |



| Substância | Principais fontes e usos | Exposição por via oral | Toxicocinética* | Principais efeitos tóxicos |
|------------------------------|--|---|---|---|
| Bifenilas Policloradas (PCB) | Os PCB são compostos orgânicos aromáticos, clorados artificialmente. Existe um total de 209 congêneres de PCB, dos quais 12 (doze) pertencem ao grupo de PCBs semelhantes a dioxina, e 197 ao grupo de PCBs não semelhantes a dioxina. Estes compostos são utilizados em vários segmentos industriais, tais como: fluidos dielétricos em capacitores e transformadores elétricos, turbinas de transmissão de gás, fluidos hidráulicos, resinas plastificantes, adesivos, sistemas de transferência de calor, aditivo antichama, óleos de corte e lubrificantes. No Brasil, o seu comércio, produção e uso é proibido desde 1981. No entanto, eles são persistentes e se acumulam no meio ambiente, e cloro também podem dar origem a estes compostos (CETESB, 2012). | Ingestão de alimentos, solo e água contaminados (EFSA, 2011a). Ressalta-se que os PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 e PCB 180 são utilizados como indicadores da contaminação do alimento por fonte ambiental de PCB, totalizando assim 6 congêneres que usualmente são utilizados como indicadores de PCB para o monitoramento dos PCB em alimentos (EFSA, 2005a). | Os PCBs semelhantes às dioxinas apresentam propriedades químicas diferentes dos PCBs não semelhantes às dioxinas, tal diferença influencia na sua absorção, distribuição, biotransformação e excreção. Estudos oriundos de animais e humanos indicam que eles são bem absorvidos pelo trato gastrointestinal por difusão passiva. Ensaios com animais indicam que os congêneres com menor quantidade de cloro (5 6 átomos de cloro) são mais bem absorvidos (absorção superior a 90%) que aqueles com um número maior (> 6 átomos) de átomos de cloro na molécula (~75% de absorção). Em contrapartida, os congêneres de PCB com maior número de átomos de cloro possuem um tempo de meia vida maior dentro do organismo. Os congêneres de PCBs são solúveis em gordura (JECEFA, 2016). | Devido as suas diferenças químicas os PCB possuem diferentes mecanismos de ação tóxicos. Os efeitos da exposição às misturas de PCB sobre a saúde incluem: alterações hepáticas, tireoidianas, dérmicas, oculares, imunológicas, de desenvolvimento neurológico, peso reduzido ao nascer, toxicidade reprodutiva e câncer (ATSDR, 2000a). |

Tabela 82. Principais fontes e usos, exposição por via oral, toxicocinética e principais efeitos tóxicos causados pelas substâncias químicas não essenciais. # = Toxicocinética = movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção. * IARC = International Agency for Research on Cancer.



4.2 Etapa 2 – Caracterização do perigo

A caracterização do perigo é a avaliação qualitativa e/ou quantitativa da natureza dos efeitos adversos associados aos agentes biológicos, químicos e físicos que podem estar presentes nos alimentos (FAO, 2005). Esta etapa envolve o reconhecimento da relação entre a dose da substância química e a gravidade do efeito adverso (dose-resposta) que pode ser causado pela presença da substância química no alimento (pescado) (OPAS; WHO, 2008).

As informações referentes à dose-resposta são obtidas por meio de testes de toxicidade aguda, subcrônica (curta duração) e crônica (longa duração), ensaios de mutagênese e carcinogênese, testes de reprodução e teratogênese, avaliação toxicocinética, investigação dos efeitos locais sobre a pele e olhos, testes de sensibilidade cutânea, testes clínicos, estudos epidemiológicos e de exposição humana.

As informações supracitadas dão origem a valores de referência de toxicidade, também chamados de *endpoints* toxicológicos. Uma vez selecionado o *endpoint* crítico, este será utilizado como ponto de partida (*Point of Departure – POD*) para o estabelecimento de valores de orientação baseados em saúde (WHO, 2009). Os principais POD são:

- LOEL (*Lowest-observed-adverse-effect*): menor concentração da substância química que causa uma alteração considerada adversa;
- NOAEL (*No-observed-adverse-effect level*): maior concentração da substância química que não causa efeito adverso observado;
- LOEL (*Lowest-observed-effect level*): maior concentração da substância química (encontrada por observação e/ou experimentação) que não causa alterações fisiopatológicas nos organismos tratados, diferentes daqueles observados nos controles da mesma espécie e cepa, sob as mesmas condições do ensaio;
- BMD (*Benchmark dose*): dose que produz uma resposta adversa baixa, mas mensurável.
- BMDL (*Benchmark dose lower confidence limit*): limite de confiança inferior da dose de referência. Valor obtido estatisticamente por meio de curvas de dose-respostas.

Os valores de orientação baseados em saúde são derivados da razão entre pontos de partida e fatores de segurança (FS) ou incerteza (FI). Estes valores se referem a um nível de contaminante que pode ser ingerido durante um período definido (por toda vida ou 24h) sem risco apreciável para a saúde humana (WHO, 2009). A equação geral para obtenção do valor de referência em saúde está apresentada a seguir.

$$\text{Valor orientação baseado em saúde} = \frac{\text{Point of Departure}}{\text{FS ou FI}}$$

O valor do fator de segurança ou incerteza (FS ou FI) depende da natureza do efeito tóxico, do tamanho e tipo de população a ser protegida e da qualidade das informações disponíveis. Tais fatores são definidos por especialistas de risco (WHO, 2009).

Os valores de orientação baseado em saúde são revisados periodicamente, pois novas informações são produzidas a todo momento e precisam ser incorporadas (caso relevantes) para que estes valores permaneçam protetivos à saúde humana.

Os valores de orientação baseado em saúde podem receber diferentes nomenclaturas, siglas e definições. A Tabela 83 a seguir apresenta as nomenclaturas, siglas e definições dos valores de orientação baseado em saúde normalmente empregados para inferência sobre a segurança de alimentos.



| Nomenclatura | Nomenclatura em inglês | Sigla em inglês | Definição |
|---|-------------------------------------|-----------------|---|
| Dose de referência aguda | Acute reference Dose | ArfD | Indica a quantidade de uma substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida num período de 24 horas ou menos, sem que haja risco apreciável para a saúde do consumidor (WHO, 2009). |
| Ingestão Diária Aceitável | Acceptable Daily Intake | ADI | Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida diariamente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde (WHO, 2009). Normalmente é aplicável àquelas substâncias intencionalmente adicionadas ao alimento. |
| Ingestão Diária Tolerável | Tolerable Daily Intake | TDI | Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida diariamente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde (WHO, 2009). Normalmente é aplicável àquelas substâncias que estão presentes no alimento de forma não intencional. |
| Ingestão Diária Tolerável Provisória | Provisional Tolerable Daily Intake | PTDI | Semelhante ao TDI, porém o uso do termo "provisório" expressa o caráter provisório da avaliação, quando há escassez de dados confiáveis sobre as consequências da exposição humana em níveis próximos daqueles com os quais o Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) está preocupado (WHO, 2009). |
| Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória | Maximum Tolerable Daily Intake | PMTDI | Semelhante ao TDI, porém o uso do termo "provisório" expressa o caráter provisório da avaliação, quando há escassez de dados confiáveis sobre as consequências da exposição humana em níveis próximos daqueles com os quais o JECFA está preocupado (WHO, 2009). |
| Ingestão Semanal Tolerável | Tolerable Weekly Intake | TWI | Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida semanalmente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde. Este parâmetro é empregado para substâncias que se acumulam no organismo (WHO, 2009). |
| Ingestão Mensal Tolerável | Tolerable Monthly Intake | TMI | Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida mensalmente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde. Este parâmetro é empregado para substâncias que se acumulam no organismo (WHO, 2009). |
| Ingestão Semanal Tolerável Provisória | Provisional Tolerable Weekly Intake | PTWI | Semelhante ao TWI, porém o uso do termo "provisório" expressa o caráter provisório da avaliação, quando há escassez de dados confiáveis sobre as consequências da exposição humana em níveis próximos daqueles com os quais o JECFA está preocupado (WHO, 2009). |



| Nomenclatura | Nomenclatura em inglês | Sigla em inglês | Definição |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------|--|
| Limite Superior de Ingestão Tolerada | Upper Tolerable Intake Limit | UL | Nível mais alto de ingestão diária de um nutriente que provavelmente não apresenta risco de efeitos adversos à saúde para quase todos os indivíduos na população em geral. Em geral a UL representa o somatório da ingestão de alimentos, água e suplementos (NASEM, 2019b). |

Tabela 83. Nomenclaturas, siglas e definições dos valores de orientação baseado em saúde normalmente empregados em avaliações de segurança de alimentos.



O levantamento dos valores de orientação baseado em saúde foi realizado pela equipe de perícia inicialmente em agências nacionais da área de alimentos e, em seguida, em agências internacionais.

A equipe de perícia notou que poucos valores de ingestão diária aceitável estão disponíveis no contexto nacional. Por esta razão, foi realizada uma consulta nas bases de dados da FAO (*Food and Agriculture Organization of The United Nations*) e EFSA (*European Food Safety Authority*). Na ausência de informações nestes órgãos, a equipe de perícia considerou os valores estabelecidos pela *World Health Organization (WHO)* no contexto da água destinada ao consumo humano, quando existente.

Sempre que foi verificada a existência de mais de um valor de segurança estabelecido por mais de uma agência internacional da área de alimentos, foi considerado o valor mais protetivo à saúde (mais baixo, sempre que possível) e/ou mais recentemente estabelecido, seguido pelo valor estabelecido pela WHO no contexto da água destinada ao consumo humano, sempre que existente.

A equipe de perícia destaca que os valores de orientação baseado em saúde não podem ser estabelecidos para substâncias genotóxicas e carcinogênicas. Nesta situação, a margem de exposição (MOE – *Margin of Exposure*) foi utilizada para a análise acerca da segurança, conforme preconizado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2009). A MOE também foi utilizada em situações que os dados toxicológicos são escassos, ou cujo valor de segurança tenha sido revogado (por não ser mais considerado protetor).

No contexto nutricional foram utilizados valores de referência para ingestão dietética de nutrientes, que são chamados de Ingestão Dietética de Referência (IDR). A IDR é composta por quatro valores de referência correspondentes às estimativas quantitativas da ingestão de nutrientes, estabelecidos para serem utilizados na avaliação e no planejamento de dietas de indivíduos saudáveis e de grupos populacionais, segundo ciclos de vida e gênero.

Os quatro valores de referência para o consumo de nutrientes são: necessidade média estimada (EAR), ingestão dietética recomendada (RDA), ingestão adequada (AI) e nível de ingestão máximo tolerável (UL) (NIH, 2022).

A UL é o parâmetro comum ao contexto toxicológico e nutricional. Na ausência da UL, outros valores aplicados ao contexto nutricional podem ser utilizados para inferir sobre os níveis de nutrientes consumidos. A equipe de perícia salienta que, ao se utilizar esses valores, deve ser dada atenção à interpretação dos resultados, devido ao diferente significado da UL em relação a cada área do conhecimento.

A equipe de perícia realizou um levantamento sobre os valores de UL nas bases de dados da ANVISA e do Ministério da Saúde, e tal informação não foi encontrada. Como alternativa a UL, outros parâmetros nutricionais foram levantados em âmbito nacional.

A ANVISA, por meio da RDC/ANVISA nº 269/2005 e Instrução Normativa IN/ANVISA nº 28/2018, estabelece a ingestão diária recomendada de proteína, vitaminas e minerais, e os limites máximos de nutrientes que devem ser fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo, respectivamente (ANVISA, 2018; ANVISA, 2005).

Como uma alternativa à ausência de valores de UL no contexto nacional, a equipe de perícia utilizou os limites máximos de nutrientes fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo. Salienta-se que a extrapolação destes valores (ingestão diária recomendada e limites máximos de nutrientes em suplementos) não resulta necessariamente em um comprometimento da segurança do alimento. Nestes casos, para as substâncias que eventualmente extrapolem estes valores, uma avaliação adicional utilizando a UL deve ser realizada, desde que o valor de UL esteja disponível em âmbito internacional.



Para as substâncias essenciais (nutrientes) que não possuem valores de ingestão diária recomendada e limites máximos de nutrientes fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo no âmbito nacional, a equipe de perícia realizou o levantamento de informações sobre a UL e demais valores dietéticos de referência junto ao instituto americano de saúde (*National Institutes of Health* – NIH).

As informações referentes aos valores de orientação para cada substância química são apresentadas na Tabela 84, na Tabela 85, na Tabela 86, na Tabela 87, na Tabela 88, na Tabela 89, na Tabela 90 e na Tabela 91 a seguir, separadas por grupo (Tipos) de substâncias químicas (Tipos 1, 2, 3 e 4).

Os valores de orientação se referem a todos os valores que foram utilizados para o cálculo da segurança, sendo estes: valores orientadores baseados em saúde (como ADI, TDI, TWI, PTWI, UL), ingestão diária recomendada, ingestão adequada, limites máximos de suplementação de alimentos e *endpoints* toxicológicos (NOAEL, BMDL).



| Substâncias | Valores orientadores/ Ponto de partida/ endpoint toxicológico | Valor | Unidade | Fonte |
|-------------------------|---|----------|-----------------------|---------------|
| Alumínio | TWI | 1 | mg/kg p.c. por semana | EFSA, 2008 |
| Antimônio | TDI | 6 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Arsênio | BMDL05 (câncer de pulmão) | 3 | µg/ kg p.c. por dia | JECFA, 2011 |
| Bário | TDI | 0,21 | mg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Berílio | TDI | 2 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Boro ¹ | UL | 20 | mg/dia | NASEM b, 2019 |
| Cádmio | PTMI | 25 | µg/ kg p.c. por dia | JECFA, 2013 |
| Calcio ² | Limites Máximos de Nutrientes* | 1.535,00 | mg/dia | ANVISA, 2018 |
| Chumbo | BMDL01 (Neurotoxicidade no desenvolvimento em crianças pequenas) | 0,5 | µg/kg p.c. por dia | EFSA, 2010b |
| | BMDL01 (Efeitos cardiovasculares - efeitos na pressão arterial sistólica) = µg/kg de p.c. - dia); | 1,5 | µg/kg p.c. por dia | EFSA, 2010b |
| | BMDL10 (Nefrototoxicidade em adultos - efeitos na prevalência de doença renal crônica) | 0,63 | µg/kg p.c. por dia | EFSA, 2010b |
| Cobalto | Ingestão diária | 600 | µg/dia | EFSA, 2009a |
| Cobre ² | Limites Máximos de Nutrientes* | 3.960,51 | µg/dia | ANVISA, 2018 |
| Cromo ² | Limites Máximos de Nutrientes* | 52,5 | µg/dia | ANVISA, 2018 |
| Enxofre ³ | Não encontrado | NA | NA | |
| Estanho | PTWI | 14 | mg/kg p.c. por semana | JECFA, 2002 |
| Ferro ² | Limites Máximos de Nutrientes* | 29 | mg/dia | ANVISA, 2018 |
| Fósforo | Limites Máximos de Nutrientes* | 2.083,89 | mg/dia | ANVISA, 2018 |
| Lítio ³ | Sem ponto de partida confiável | NA | NA | EFSA, 2010a |
| Magnésio | Limites Máximos de Nutrientes* | 350 | mg/dia | ANVISA, 2018 |
| Manganês ⁴ | Ingestão diária recomendada | 2,3 | mg/dia | ANVISA, 2005 |
| Mercúrio | PTWI | 4 | µg/kg p.c. por semana | JECFA, 2010 |
| Molibdênio | Limites Máximos de Nutrientes* | 1.955 | mg/dia | ANVISA, 2018 |
| Níquel | TDI | 13 | µg/kg p.c. por dia | EFSA, 2020b |
| Nitrogênio ³ | Não encontrado | NA | NA | |
| Potássio ⁵ | IA | 2600 | mg/dia | NASEM a, 2019 |
| Selênio ² | Limites Máximos de Nutrientes* | 202,46 | µg/dia | ANVISA, 2018 |
| Silício ³ | Sem ponto de partida confiável | NA | NA | EFSA, 2010a |
| Sódio ⁵ | IA | 1500 | mg/dia | NASEM a, 2019 |
| Tálio ³ | Sem ponto de partida confiável | NA | NA | EFSA,2020 |
| Titânio ³ | Sem ponto de partida confiável | NA | NA | EFSA, 2021d |
| Urânio | TDI | 0,6 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2012 |
| Vanádio ⁴ | UL | 1,8 | mg/dia | NASEM b, 2019 |
| Zinco ² | Limites Máximos de Nutrientes* | 12,77 | mg/dia | ANVISA, 2018 |

Tabela 84. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 1 (Legenda: 1 = Os valores de UL variam de acordo com a idade (ver Tabela 85); 2 = Os valores de limites máximos variam de acordo com a idade (ver Tabela 86); 3 = Não possui valor baseado em saúde; 4 = Os valores de ingestão recomendada variam de acordo com a idade (ver Tabela 87) e 5 = Os valores de IA variam de acordo com a idade (ver Tabela 88); * = O valor da UL para o vanádio (V) só existe para adultos (não varia entre as idades).



| Nutriente | Unid. | Idades | | | | | | | | | | Gestantes | | | | | Lactante | | | | | Fonte |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|-------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|----|---------------|--|-------|
| | | 0 - 6m | 7 - 12m | 1m - 3a | 4 - 8a | 9 - 13a | 14 - 18a | 19 - 30a | 31 - 50a | 51 - 70a | > 70a | 14 - 18a | 19 - 30a | 31 - 50a | 14 - 18a | 19 - 30a | 31 - 50a | | | | | |
| Boro | mg | ND | ND | 3 | 6 | 11 | 17 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 17 | 20 | 20 | 17 | 20 | 20 | NASEM b, 2019 | | |

Tabela 85. Valores de referência de UL para o Boro (SQ 1) considerando as diferentes idades, gestantes e lactantes.

| Nutrientes | Unid. | Idades | | | | | | | Gestantes | Lactante | Fonte |
|------------|-------|--------|---------|--------|--------|----------|----------|----------|-----------|--------------|-------|
| | | 0 - 6m | 7 - 11m | 1 - 3a | 4 - 8a | 9 - 18a | ≥19 anos | | | | |
| Cálcio | mg | 800 | 1.240 | 1.800 | 1.500 | 2.516,59 | 1.534,67 | 2.015,51 | 2.082,58 | ANVISA, 2018 | |
| Cobre | µg | NA | NA | 660 | 2.560 | 3.960,51 | 8.975,52 | 6.935,01 | 7.036,33 | ANVISA, 2018 | |
| Cromo | µg | 0,3 | 8,25 | 16,5 | 22,5 | 52,5 | 250 | 45 | 67,5 | ANVISA, 2018 | |
| Ferro | mg | 39,73 | 29 | 33 | 30 | 29 | 34,31 | 34,71 | 34,96 | ANVISA, 2018 | |
| Magnésio | mg | NA | NA | 65 | 110 | 350 | 350 | 350 | 350 | ANVISA, 2018 | |
| Molibdênio | µg | NA | NA | 283 | 578 | 1.057 | 1.955 | 1.650 | 1.650 | ANVISA, 2018 | |
| Fósforo | mg | NA | NA | 2.540 | 2.500 | 3.078 | 2.084 | 2.533 | 3.124 | ANVISA, 2018 | |
| Selênio | µg | 30 | 40 | 70 | 120 | 202,46 | 319,75 | 309,65 | 320,2 | ANVISA, 2018 | |
| Zinco | mg | 2 | 2 | 4 | 7 | 12,77 | 29,59 | 23,5 | 24,45 | ANVISA, 2018 | |

Tabela 86. Valores de referência referente aos Limites Máximos de nutrientes, substâncias bioativas, enzimas e probióticos que não podem ser ultrapassados pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo e por grupo populacional indicado pelo fabricante para cálcio, cobre, cromo, ferro, magnésio, fósforo, selênio e zinco, considerando as diferentes idades, gestantes e lactantes.

| Nutrientes | Unid. | Idades | | | | | | Adultos | Gestantes | Lactante | Fonte |
|------------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|-----|---------|-----------|--------------|-------|
| | | 0 - 6m | 7 - 11m | 1 - 3a | 4 - 6a | 7 - 10a | | | | | |
| Manganês | mg | 0,003 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2,3 | 2 | 2,6 | ANVISA, 2005 | |

Tabela 87. Valores de referência da Ingestão Diária Recomendada para o Manganês (Mn) (substância química Tipo 1) considerando as diferentes idades, gestantes e lactantes.

| Nutrientes | Unid. | Idades | | | | | | | | | | Gestantes | | | Lactante | | | Fonte | |
|-------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|-------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|---------------|
| | | 0 - 6m | 7 - 12m | 1 - 3a | 4 - 8a | 9 - 13a | 14 - 18a | 19 - 30a | 31 - 50a | 51 - 70a | > 70a | 14 - 18a | 19 - 30a | 31 - 50a | 14 - 18a | 19 - 30a | 31 - 50a | | |
| Potássio (K) - Homens | mg/dia | 400 | 880 | 2000 | 2300 | 2500 | 3000 | 3400 | 3400 | 3400 | 3400 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NASEM a, 2019 | |
| Potássio (K) - Mulheres | mg/dia | 400 | 880 | 2000 | 2300 | 2300 | 2300 | 2600 | 2600 | 2600 | 2600 | 2600 | 2900 | 2900 | 2500 | 2800 | 2800 | NASEM a, 2019 | |
| Sódio (Na) | mg/dia | 120 | 370 | 800 | 1000 | 1200 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | NASEM a, 2019 |

Tabela 88. Valores de referência de ingestão adequada para o Potássio e Sódio (substância química Tipo 1) considerando as diferentes idades, sexo, gestantes e lactantes.



| Substâncias | Valores orientadores/ Ponto de partida/ endpoint toxicológico | Valor | Unidade | Fonte |
|-------------------------|--|-------|-----------------------|--------------|
| Arsênio inorgânico III | BMDL05 (câncer de pulmão) | 3 | µg/kg p.c. por dia | JECFA, 2011 |
| Arsênio inorgânico V | BMDL05 (câncer de pulmão) | 3 | µg/kg p.c. por dia | JECFA, 2011 |
| Ácido monometilarsônico | Não encontrado | NA | NA | |
| Ácido dimetilarsônico | Não encontrado | NA | NA | |
| Arsenobetaina | Não encontrado | NA | NA | |
| Cromo III | Limites Máximos de Nutrientes | 250 | µg/dia | ANVISA, 2018 |
| Cromo VI | BMDL01 (hiperplasia epitelial difusa do duodeno) – não carcinogênico | 0,11 | mg/kg p.c. por dia | EFSA, 2014 |
| | BMDL05 (efeito hematológico) – carcinogênico | 0,2 | mg/kg p.c. por dia | EFSA, 2014 |
| Metilmercúrio | TWI | 1,3 | µg/kg p.c. por semana | EFSA, 2012a |

Tabela 89. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 2.

| Substâncias | Valores orientadores/ Ponto de partida/ endpoint toxicológico | Valor | Unidade | Fonte |
|---------------------|--|-------|--------------------|--------------|
| 2,4,5-Triclorofenol | Não encontrado | NA | NA | |
| 2,4,6-Triclorofenol | Não encontrado | NA | NA | |
| Diclorometano | TDI | 6 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Etilbenzeno | TDI | 97,1 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Fenol | TDI | 0,5 | mg/kg p.c. por dia | EFSA, 2013b |
| Tolueno | TDI | 223 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Acrilamida | NOAEL (Mudanças morfológicas nos nervos em ratos) – não carcinogênico | 0,2 | mg/kg p.c. por dia | JECFA, 2010 |
| | BMDL10 Tumores de glândula paratireoideanas em camundongo) – carcinogênico | 0,18 | mg/kg p.c. por dia | JECFA, 2010 |
| Cianeto | PMTDI | 20 | µg/kg p.c. por dia | FAO/WHO,2012 |

Tabela 90. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 3.



| Substâncias | Valores orientadores/ Ponto de partida/ endpoint toxicológico | Valor | Unidade | Fonte |
|--------------------|---|--------|--------------------|--------------|
| Aldrin | PTDI | 0,1 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Dieldrin | PTDI | 0,1 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| Endrin | PTDI | 0,2 | µg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| HCH total | Não encontrado | NA | NA | |
| HCH-gama (lindano) | ADI | 0,005 | mg/kg p.c. por dia | WHO, 2017 |
| PCB | Sem ponto de partida confiável | NA | NA | JECFA, 2016 |
| Glifosato | ADI | 0,5 | mg/kg p.c. por dia | ANVISA, 2022 |
| Acefato | ADI | 0,0012 | mg/kg p.c. por dia | ANVISA, 2022 |
| Atrazina | ADI | 0,02 | mg/kg p.c. por dia | ANVISA, 2021 |
| Clorpirifós | ADI | 0,01 | mg/kg p.c. por dia | ANVISA, 2021 |

Tabela 91. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 4.



A equipe de perícia ressalta que a ocorrência de diferentes valores de referência baseado em saúde para uma mesma substância química entre agências da área de alimentos, saúde/nutrição e água pode ocorrer em função das diferenças entre fatores de segurança e pontos de partida empregados pelo corpo de especialistas de cada agência.

Para as substâncias químicas indicadas na Tabela 84, na Tabela 85, na Tabela 86, na Tabela 87, na Tabela 88, na Tabela 89, na Tabela 90 e na Tabela 91 como sem ponto de partida confiável ou cujo valor de referência não foi encontrado nas bases consultados (ANVISA, FAO, EFSA, NIH e WHO), a equipe de perícia realizou um levantamento sobre valores orientadores baseados em saúde junto a ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*), USEPA (*U.S. Environmental Protection Agency*) e *Ministry of the Environment Government of Japan*.

A equipe de perícia salienta que os valores de orientação baseados em saúde estabelecidos pela ATSDR e USEPA possuem nomenclaturas diferentes daquelas empregadas no âmbito de alimentos, nutrientes e água. A ATSDR nomeia o valor orientador de saúde de *Nível de Risco Mínimo* (do inglês *Minimal Risk Level – MRL*) e a EPA de *Dose de referência* (do inglês *Reference Dose – RfD*) (ATSDR, 2018; EPA, 1993). Tais valores, assim como os valores estabelecidos por órgãos da área de alimentos, nutrição e água, são uma ferramenta de triagem que auxiliam na inferência sobre a segurança do alimento. Logo, exposições acima do MRL ou RfD não significam necessariamente que efeitos adversos à saúde ocorrerão (ATSDR, 2005c).

Tanto a ATSDR quanto a EPA estabelecem valores de orientação em saúde considerando os tipos (aguda, intermediária e crônica) e vias (oral, dérmica e inalatória) de exposição no contexto de seus escopos de atuação. Portanto, considerado os objetivos desta perícia, a equipe de perícia compilou os valores de MRL e RfD estabelecidos para exposição crônica.

Após a pesquisa ao banco de dados do ministério do meio ambiente japonês, a equipe de perícia verificou a aplicação do valor de NOAEL para avaliar o risco a saúde humana decorrente da exposição ao titânio. Tal valor foi utilizado na abordagem pela margem de exposição (MOE – *Margin of Exposure*) (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT GOVERNMENT OF JAPAN, 2022).

O hexaclorociclohexano (HCH) é um organoclorado sintético caracterizado por uma mistura de vários isômeros α , β , γ e δ . Na composição percentual do HCH grau técnico, a maior porcentagem é de alfa-HCH (α -HCH); seguido pelo gama-HCH (γ -HCH), beta-HCH (β -HCH) e outros isômeros e compostos (CETESB, 2012). O valor de orientação baseado em saúde compilado pela equipe de perícia foi aquele estabelecido pelo EPA para o hexaclorociclohexano grau técnico (t-HCH).

Conforme explicado anteriormente no item 4.1 deste documento, em relação às bifenilas policloradas (PCB), 6 tipos/congêneres (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 e PCB 180) foram analisados no alimento investigado, por se tratar de indicadores ambientais para a contaminação de alimentos. Estes compostos são classificados como não semelhantes à dioxina.

Em 2016, a JECFA relatou não ser possível derivar um valor de orientação baseado em saúde para os PCB não semelhante à dioxina. Portanto, a equipe de perícia realizou uma consulta a base de dados da ATSDR e EPA. A ATSDR estabelece um MRL (*Minimal Risk Level*) para os efeitos não carcinogênicos, crônicos por via oral, enquanto a EPA estabelece um *slope* da curva para estimar os efeitos carcinogênicos de misturas de PCB.

Na Tabela 92 a seguir são apresentados os valores orientadores verificados para aquelas substâncias que não possuem valores estabelecidos por órgãos de alimentos, saúde/nutrição e água.



| Tipo SQ | Substância | Valor de orientação baseado em saúde ou PD | Valor | Unidade | Fonte |
|---------|--------------------------|---|-------|-------------|--|
| Tipo 1 | Enxofre | Não encontrado | NA | NA | |
| | Lítio | RID | 0.002 | mg/kg/ dia | EPA, 2008 |
| | Nitrogênio | Não encontrado | NA | NA | |
| | Prata | RID | 5 | µg/kg/ dia | EPA, 1991 |
| | Silício | Não encontrado | NA | NA | |
| | Tálio | EPA não recomenda derivar dose de referência para tálio | NA | NA | EPA, 2009 |
| | Titânio | NOAEL | 1.500 | mg/kg/ dia | Ministry of the Environment Government of Japan, 2021 |
| Tipo 2 | Ácido monometilarsênico, | MRL | 0.01 | mg/kg/ dia | ATSDR, 2022a |
| | Ácido dimetilarsênico | MRL | 0.02 | mg/kg/ dia | ATSDR, 2022a |
| | Arsenobetaina | Não encontrado | NA | NA | |
| Tipo 3 | 2,4,5-Triclorofenol | RID | 0,1 | mg/kg/ dia | EPA,1987a |
| | 2,4,6-Triclorofenol* | Fator inclinação da reta (leucemia) # | 0,011 | mg/kg/ dia | EPA, 1990 |
| Tipo 4 | HCH total* | Fator inclinação da reta (carcinoma hepatocelular) # | 1,8 | mg/kg/ dia | EPA, 1987b |
| | PCB* | Fator inclinação da reta (adenoma hepatocelular) # | 2,0 | mg/kg/ dia | EPA, 1996 |
| | | MRL | 0,02 | µg/ kg/ dia | ATSDR, 2022a |

Tabela 92. Valores orientadores baseados em saúde levantados na base de dados da ATSDR, USEPA e Ministry of the Environment Government of Japan. Legenda = *Provável carcinógeno humano – com base em evidências suficientes de carcinogenicidade em animais.



Entre todas as referências consultadas pela equipe de perícia (ANVISA, FAO, EFSA, NIH, WHO, ATSDR, EPA e *Ministry of the Environment Government of Japan*) não foram encontrados valores de referência para arsenobetaína, enxofre, nitrogênio, silício e tálio. A ausência de valores de referência não significa que as substâncias sejam seguras para o consumo humano, e sim que as informações existentes não são suficientes para que tais valores sejam derivados.

A equipe de perícia informa que mesmo não existindo dados suficientes para derivar valores de orientação em saúde para arsenobetaína, enxofre, nitrogênio, silício e tálio, o conhecimento sobre a exposição da população a estes compostos por meio do consumo do alimento é relevante para que a exposição seja determinada e utilizada como instrumento de comparação com outros dados científicos publicados (FAO, 2005).

4.3 Etapa 3 – Avaliação da exposição

A avaliação da exposição às substâncias químicas em alimentos refere-se à avaliação qualitativa e/ou quantitativa da provável ingestão dessas substâncias químicas por meio do consumo de alimentos.

As estratégias metodológicas e os resultados da avaliação da exposição às substâncias químicas por meio do consumo de pescado foram previamente apresentados no item 3 deste documento.

4.4 Etapa 4 – Caracterização do risco

Alimento seguro é aquele que não oferece riscos à saúde do consumidor, ou cujo risco seja aceitável. Portanto, a verificação da segurança do consumo do pescado foi realizada pela equipe de perícia por meio da caracterização do risco. A caracterização do risco integra informações obtidas da caracterização do perigo com a avaliação da exposição, a fim de produzir informações científicas para os tomadores de decisão (WHO, 2009).

As informações apresentadas na Tabela 84, na Tabela 85, na Tabela 86, na Tabela 87, na Tabela 88, na Tabela 89, na Tabela 90, na Tabela 91 e na Tabela 92 foram avaliadas em conjunto com os dados de exposição obtidos conforme indicado no item 3.2 deste documento, e com base na integração destas informações a equipe de perícia realizou a caracterização do risco. Conforme as premissas apontadas no item 3, a equipe de perícia ressalta que foi realizada a caracterização do risco (segurança) crônico.

Na Tabela 93 e na Tabela 94 a seguir estão apresentados os parâmetros relativos aos valores de referência, fórmulas utilizadas pela equipe de perícia para comparação da exposição com a valor de referência, o significado do resultado numérico e as substâncias químicas para as quais cada comparação é aplicável.



| Parâmetro do valor de referência | Termo em Inglês | Sigla | Comparação da exposição com valor de referência | | | Aplicável as seguintes substâncias químicas |
|---|--|-----------------|--|---|--|---|
| Ingestão Diária Aceitável | Acceptable Daily Intake | ADI | $\frac{\text{Exposição}}{\text{ADI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a HCH-gama (lindano), glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós. |
| Ingestão Diária Tolerável | Tolerable Daily Intake | TDI | $\frac{\text{Exposição}}{\text{TDI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a Antimônio, bário, berílio, níquel, urânio, diclorometano, etilbenzeno, fenol e tolueno. |
| Ingestão Diária Tolerável Provisória | Provisional Tolerable Daily Intake | PTDI | $\frac{\text{Exposição}}{\text{PTDI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a Aldrin, dieldrin, endrin |
| Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória | Maximum Tolerable Daily Intake | PMTDI | $\frac{\text{Exposição}}{\text{PMTDI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a Cianeto |
| Ingestão Semanal Tolerável | Tolerable Weekly Intake | TWI | $\frac{\text{Exposição} \times 7}{\text{TWI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a Alumínio, cádmio e metilmercúrio |
| Ingestão Semanal Tolerável Provisória | Provisional Tolerable Weekly Intake | PTWI | $\frac{\text{Exposição} \times 7}{\text{PTWI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a Estanho e mercúrio |
| Ingestão Mensal Tolerável Provisória | Provisional tolerable monthly intake | PTMI | $\frac{\text{Exposição} \times 30}{\text{PTMI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a Cádmio |
| Limite Superior de Ingestão Tolerada | Upper Tolerable Intake Limit | UL | $\frac{\text{Exposição}}{\text{UL}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | EFSA, 2019a Boro e vanádio, |
| Limites Máximos de Nutrientes | Não se aplica | LMN | $\frac{\text{Exposição}}{\text{LMN}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ (Reavaliar pela UL para aquelas substâncias que possuem UL) | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | - Cálcio, cobre, Cromo total, ferro, fósforo, magnésio, molibdênio, selênio, zinco e Cromo+3 |
| Ingestão diária recomenda | Não se aplica | IDR | $\frac{\text{Exposição}}{\text{IDR}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ (Reavaliar pela UL para aquelas substâncias que possuem UL) | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | - Cobalto e manganês |
| Ingestão adequada | Adequate intake | AI | $\frac{\text{Exposição}}{\text{AI}} \times 100 = \%$ | Se $\geq 100\%$ (requer interpretação especial pois SQ não possuem UL) | Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência | - Sódio e potássio |
| Limite de confiança inferior da dose de referência. | Lower confidence limit of the benchmark dose | BMDL (CG e NCG) | $\frac{\text{BMDL}}{\text{Exposição}} \#$ | <p>A interpretação do MOE depende do tipo de estudo que deu origem a BMDL. Quando o dado é de humanos, pode-se assumir valores menores de MOE, comparados a dados oriundos de ensaios com animais.</p> <p>Para Arsênio e Chumbo, as BMDL foram obtidas a partir de informações com seres humanos e, portanto, tem-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se MOE > 10, pode-se assumir uma baixa preocupação; Se MOE entre 1 - 10, o risco é baixo; Se MOE ≤ 1, há risco. <p>Para Cromo VI (Cr⁶⁺) e acrilamida, as BMDL são oriundas de modelos animais, cujos efeitos observados foram carcinogênicos e genotóxicos (CG) e não carcinogênicos e não genotóxicos (NCG).</p> <ul style="list-style-type: none"> Cr⁶⁺ efeitos NCG, se MOE < 100 = risco não pode ser excluído; Se MOE > 1000 = indica baixa preocupação a saúde pública; Se MOE entre 100 e 1000 = dividir o MOE por um fator de incerteza; Para Cr⁶⁺ e acrilamida efeito CG, se MOE ≤ 10.000 = há risco; Se MOE > 10.000 = indica baixa preocupação a saúde pública. | | EFSA, 2019 ^a ; COT, 2016; COC, 2012. Chumbo, Arsênio (arsênio ⁺³ + arsênio ⁺⁵) cromo ⁺⁶ e acrilamida |



| Parâmetro do valor de referência | Termo em Inglês | Sigla | Comparação da exposição com valor de referência | | Aplicável as seguintes substâncias químicas |
|---|-----------------|-------|---|--|--|
| Sem valor de referência na ANVISA, FAO, EFSA, WHO e NIH | | | | | Enxofre, lítio, nitrogênio, prata, silício, tâlio, titânio, ácido monometilarsônico, ácido dimetilarsônico, arsenobetaina, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol e HCH total. |

Tabela 93. Fórmulas utilizadas para caracterização do risco, significado do resultado numérico e substâncias químicas para as quais a caracterização é aplicável no contexto de alimentos, nutrição e água. Legenda: (NCG) = substância não carcinogênica e não-genotóxica; (CG) = substância carcinogênica e genotóxica; SQ = substância química; # = fator de segurança/incerteza variando de 1 a 10.



| Parâmetro do valor de referência | Termo em inglês | Sigla | Comparação da exposição com valor de referência | | | Aplicável as seguintes substâncias químicas | |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|
| Dose de referência | Reference Dose | RfD | $\frac{\text{Exposição}}{\text{RD}} = \text{Oral HQ}$ | Se ≥ 1 resultado acima do valor de referência (requer avaliação adicional) | Se < 1 resultado abaixo do valor de referência | ATSDR, 2006a; EPA, 1993 | Prata (Ag), 2,4,5-Triclorofenol e lítio. |
| Nível de Risco Mínimo | Minimal Risk Level | MRL | $\frac{\text{Exposição}}{\text{MRL}} = \text{Oral HQ}$ | Se ≥ 1 resultado acima do valor de referência (requer avaliação adicional) | Se < 1 resultado abaixo do valor de referência (efeitos não cancerígenos não são prováveis) | ATSDR, 2006a; ATSDR, 2004 | Ácido monometilarsônico, ácido dimetilarsínico e PCBd |
| Inclinação da reta | Slope b | | $\text{Risco de câncer} = \text{slope} \times \text{exposição}$ | $> 10^{-6}$ = risco de câncer estimado c | $< 10^{-6}$ = baixo risco de câncer estimado | ATSDR, 2006a; EPA, 2005 | 2,4,6-Triclorofenol, HCH total e PCBd |
| Nível de efeito adverso não observado | No Observed Adverse Effect Level | NOAEL | $\frac{\text{NOAEL}}{\text{Exposição}} = a$ | Se < 100 = Risco/ Risco potencial | Se > 1000 = baixa preocupação a saúde pública | EFSA, 2019a | Titânio |

Tabela 94. Fórmulas usadas para caracterização do risco de substâncias com valor de referência da ATSDR, EPA e Ministry of the Environment Government of Japan. Legenda: a= fator de segurança/incerteza variando de 1 a 10; b = substâncias carcinogênicas; c = uma revisão cuidadosa da literatura toxicológica deve ser feita antes que conclusões sobre o potencial risco de câncer sejam realizadas; d = Para os efeitos não carcinogênicos será utilizado o MRL para os efeitos carcinogênicos será utilizado o slope.



Para as substâncias não genotóxicas e não carcinogênicas que possuem valor de orientação baseado em saúde atribuído por agências das áreas de alimentos, nutrição e água (potável), o resultado da avaliação da segurança do alimento (caracterização do risco) foi apresentado pela equipe de perícia em termos da comparação entre a exposição com valor de referência de orientação em saúde. Este valor de orientação em saúde pode ser expresso em termos de ingestão diária, dose de ingestão diária, dose de ingestão semanal e dose de ingestão mensal aceitável/tolerável.

A equipe de perícia destaca que para estas substâncias químicas, caso as exposições estejam abaixo do valor de referência, foi considerado não haver necessidade de informações adicionais sobre a caracterização do risco. No entanto, caso as exposições excedam aos valores de orientação, os próprios valores não fornecem informações suficientes sobre a possível extensão do risco àquelas pessoas expostas a estes montantes mais elevados (WHO, 2009).

A caracterização do risco em termos do comprometimento (%) do valor de segurança ou referência não é aplicável às substâncias genotóxicas ou àquelas cujo valor orientador baseado em saúde não é confiável, bem como às substâncias cujo valor de orientação em saúde foi oriundo da ATSDR e EPA. Para estas substâncias químicas, o resultado foi expresso considerando um valor cuja interpretação varia de acordo com a situação, parâmetro toxicológico e agência reguladora emissora do parâmetro em questão.

Para as substâncias químicas genotóxicas, carcinogênicas e aquelas com valor de orientação baseado em saúde não confiável, mas que possuem *endpoint* toxicológico adequado, a equipe de perícia utilizou a abordagem de margem de exposição (MOE).

Para as substâncias químicas cujo valor foi obtido a partir da ATSDR, EPA e *Ministry of the Environment Government of Japan*, o risco foi caracterizado considerando o quociente de perigo por via oral (HQ oral), risco de câncer (*slope*) e MOE, respectivamente, de acordo com as premissas de cada agência.

A equipe de perícia ressalta que para a arsenobetaina, enxofre total, nitrogênio total, tálio e silício a caracterização do risco com base em valores de orientação em saúde não foi possível, uma vez que não existem valores confiáveis que permitam tal inferência. Os resultados oriundos da avaliação da exposição (concentração, dose de exposição etc.) para estas substâncias foram comparados às informações obtidas em bancos de dados de agências nacionais, internacionais e literatura científica disponível.



5. Resultados parciais – Avaliação da Segurança do pescado para consumo humano (caracterização do risco)

Os resultados da avaliação da segurança do pescado para consumo humano foram agrupados considerando o comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da ingestão diária (mg/dia ou µg/dia), dose de ingestão diária (mg/kg p.c. por dia ou µg/kg p.c. por dia), dose de ingestão semanal (mg/kg p.c. por semana ou µg/kg p.c. por semana), dose de ingestão mensal (mg/kg p.c. por mês ou µg/kg p.c. por mês), da margem de exposição e quociente de perigo para as substâncias químicas dos Tipos 1, 2, 3 e 4 que se enquadrem nesse agrupamento.

A equipe de perícia avaliou a segurança do pescado para os altos consumidores (P95) e os consumidores que consomem os valores médios, para todas as substâncias químicas analisadas. Para as substâncias químicas nas quais foi identificada preocupação em relação ao consumo do pescado para os consumidores dos valores médios, foi avaliada a segurança do pescado para os baixos consumidores (P5).

Para as substâncias químicas que não possuem valor de orientação baseado em saúde e para as quais não foi possível caracterizar o risco, a inferência sobre a segurança foi realizada considerando a comparação entre as concentrações e exposições verificadas no trabalho de perícia com dados de estudos nacionais e internacionais (sempre que possível).

A equipe de perícia reforça que este documento apresenta a avaliação da segurança do alimento considerando exclusivamente o grupo pescado, e que a avaliação da exposição decorrente do consumo total dos alimentos, foco desta perícia, só poderá ser completada quando da conclusão total da Etapa 3 do trabalho de perícia.

Conforme definido na decisão judicial (ID 162081357), o escopo de trabalho da perícia considera a avaliação da segurança do alimento, direcionada para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo. Com o intuito de fornecer uma informação mais detalhada, a qual pode ser importante balizador para a adoção de medidas de gerenciamento de riscos, bem como eventuais ações de vigilância em saúde e estratégias de controle dos riscos identificados, a equipe de perícia apresentou os resultados da avaliação da segurança de peixes e crustáceos para consumo humano (caracterização do risco) no item 4 deste documento.

A equipe de perícia ressalta que as substâncias químicas para as quais não houve detecção em nenhuma das amostras analisadas, considerando cada região amostrada (regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos), não foram submetidas à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do pescado para consumo humano.

5.1 Substâncias essenciais – Substâncias químicas Tipo 1

A avaliação da segurança das substâncias essenciais, para as substâncias químicas do Tipo 1, será apresentada por meio do comprometimento do valor de orientação em termos da ingestão diária (mg/dia) e dose de ingestão diária (mg/kg p.c. dia⁻¹).

No contexto nutricional a equipe de perícia utilizou valores de referência para ingestão dietética de nutrientes, os quais são: ingestão dietética recomendada (RDA), ingestão adequada (AI) e nível de ingestão máximo tolerável (UL) (NIH, 2022). Além de outros parâmetros de referência como a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, e os limites máximos de nutrientes (LMN) que devem ser fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo, respectivamente.



Um alimento pode ser considerado seguro quando não há uma extrapolação superior a 100% do valor de orientação, conforme apresentado na Tabela 93. Porém, a equipe de perícia ressalta que a interpretação requer atenção quando o resultado for superior a 100%. Isto porque, a ingestão dietética recomendada (RDA), a ingestão adequada (AI), a ingestão diária recomendada (IDR) e os limites máximos de nutrientes (LMN) não são parâmetros que respondem sobre a ingestão em excesso de nutrientes. Neste caso, deve-se aplicar a UL (Limite Superior de Ingestão Tolerada) (se existente), e na ausência da UL e/ou equivalência, a ingestão diária tolerável (na ausência da UL, se possível).

O percentual do comprometimento do valor de orientação foi calculado a partir da razão entre os valores obtidos para a exposição (Tabela 40 a Tabela 47), o respectivo valor de segurança (Tabela 84, Tabela 85, Tabela 86, Tabela 87 e Tabela 88) multiplicado por 100.

Os resultados referentes aos valores de segurança do pescado para as substâncias químicas essenciais do Tipo 1 estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 6 a Figura 21), considerando as regiões dulcícola, estuarina, marinha e de cultivo, por estratos etários (1 – 6 anos, 7 – 17 anos e \geq 18 anos) e sexo.



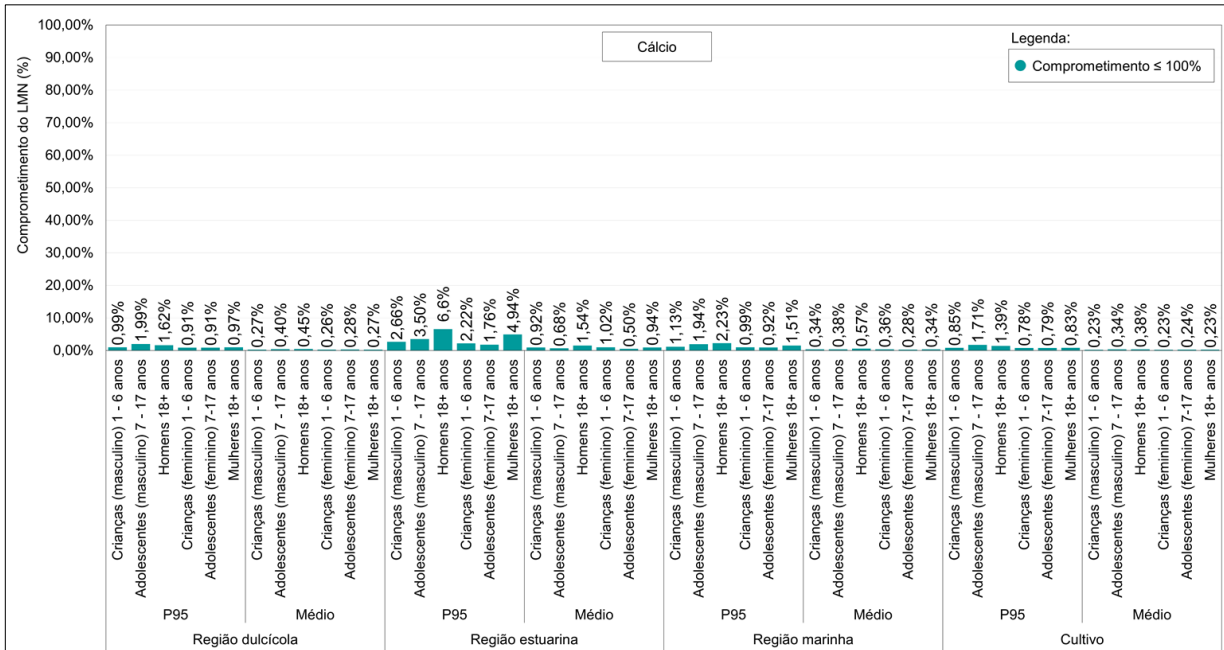


Figura 6. Estimativa do comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo cálcio para os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

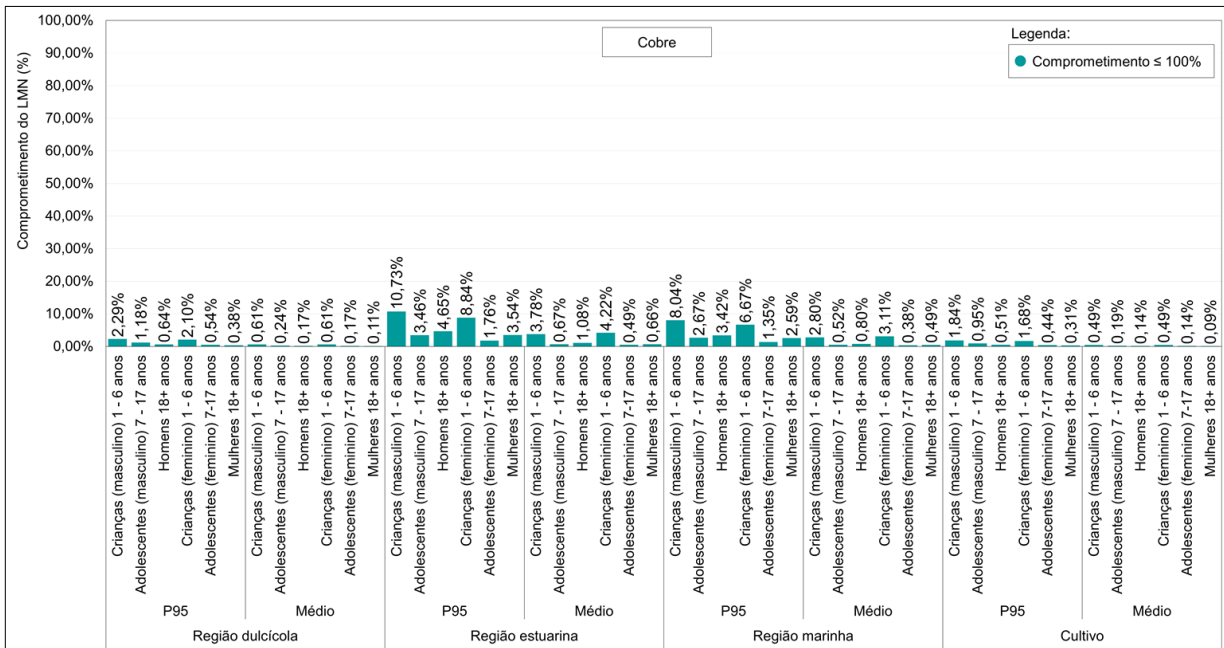


Figura 7. Estimativa do comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo cobre para os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



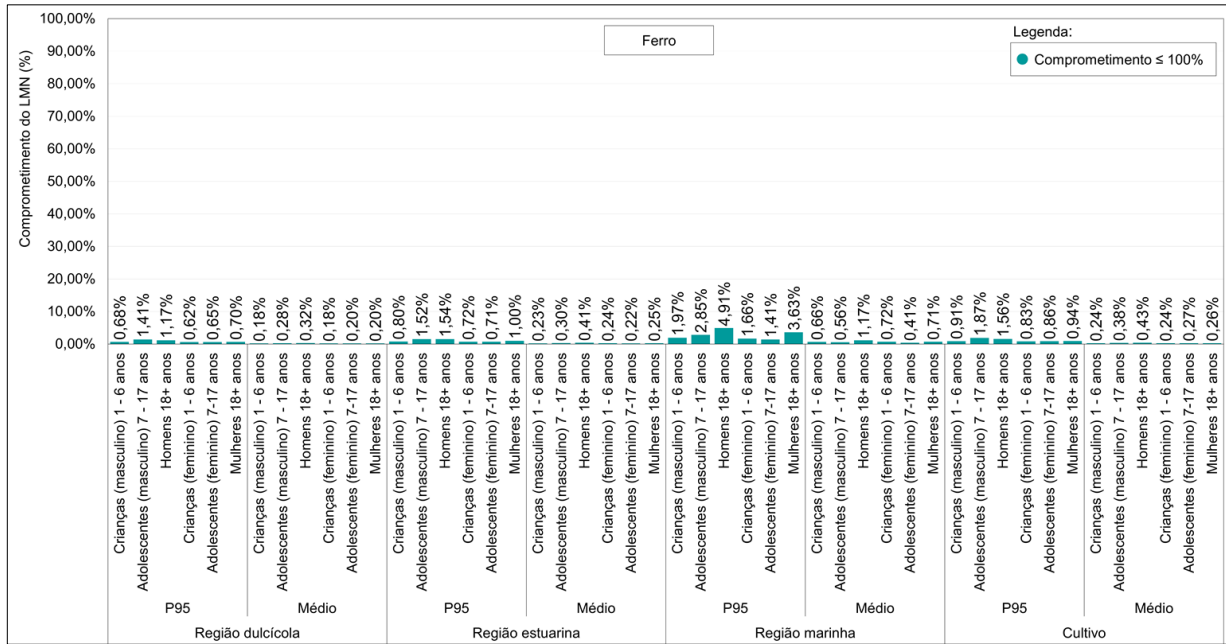


Figura 8. Estimativa do comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo ferro para os consumidores (P95 e médio) de 1 - 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

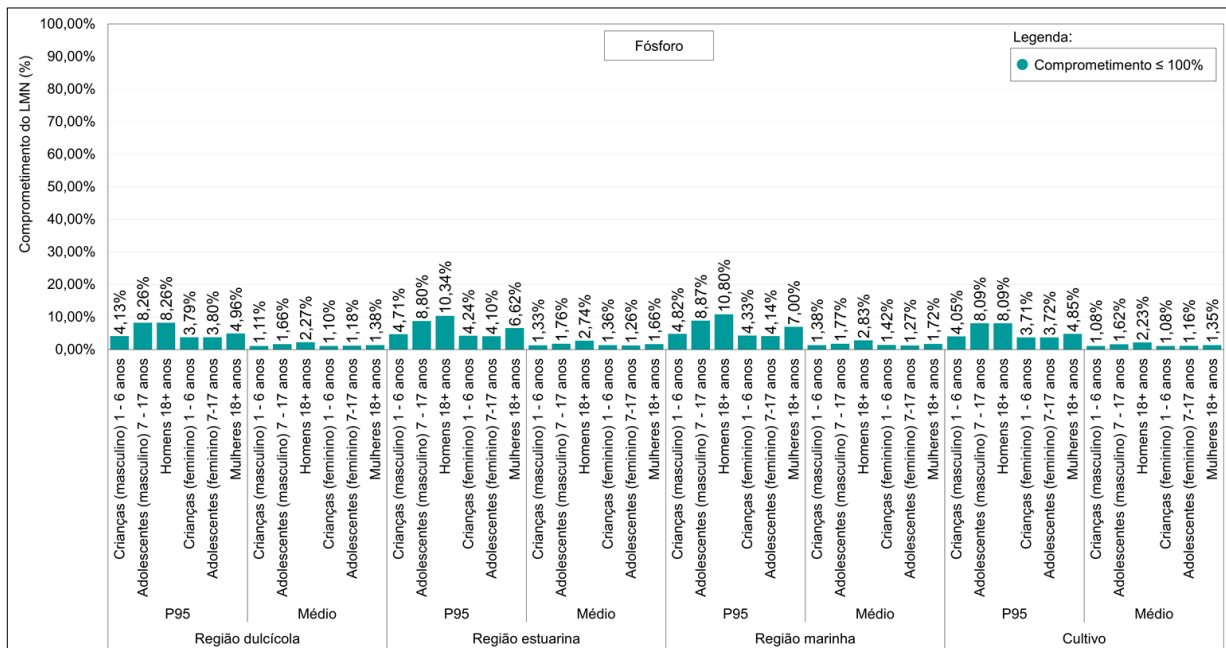


Figura 9. Estimativa do comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo fósforo para os consumidores (P95 e médio) de 1 - 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



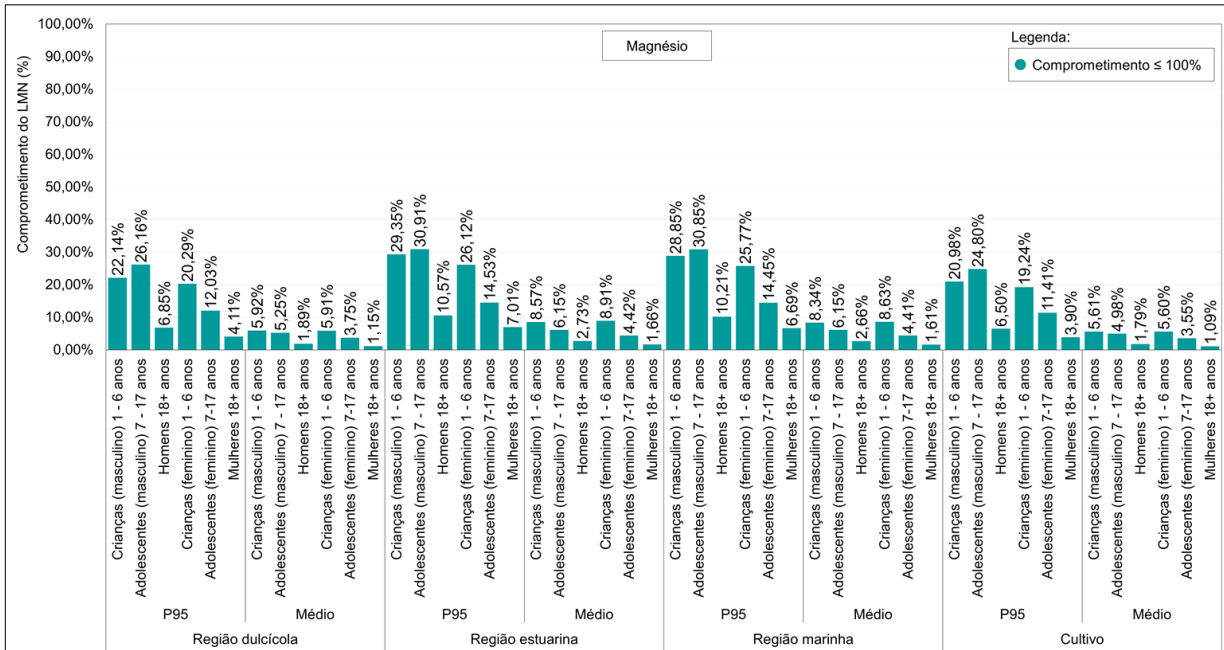


Figura 10. Estimativa comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo magnésio para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos de ambos os sexos por regiões avaliadas.

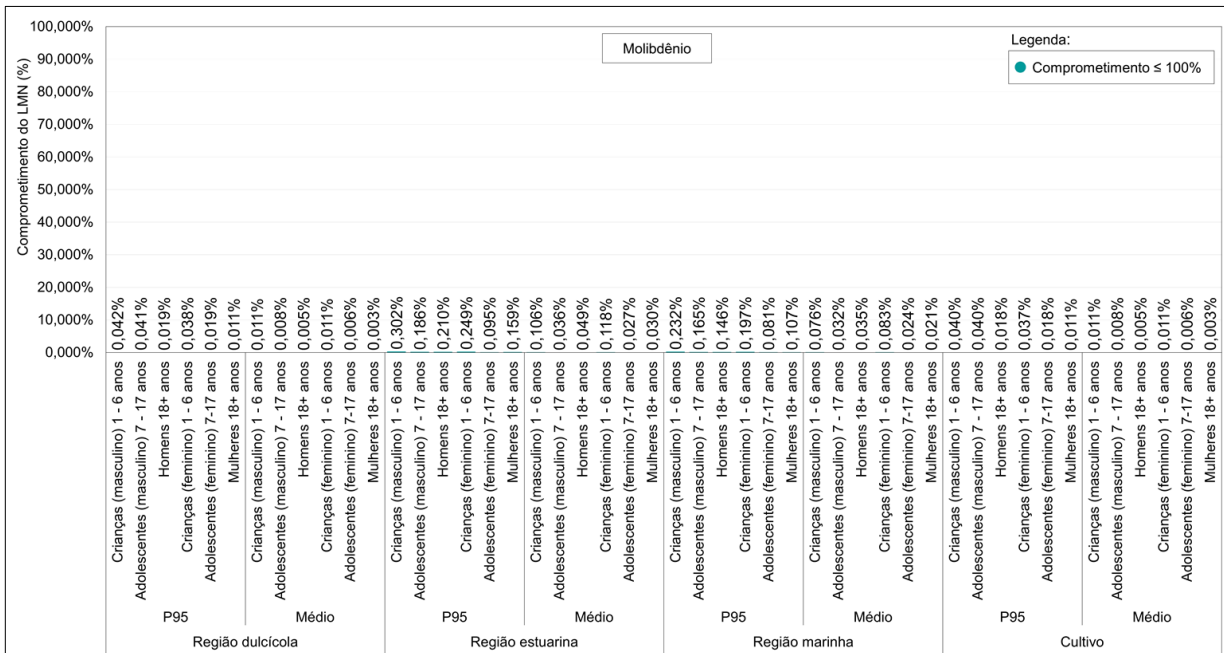


Figura 11. Estimativa comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo molibdênio para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos de ambos os sexos por regiões avaliadas.



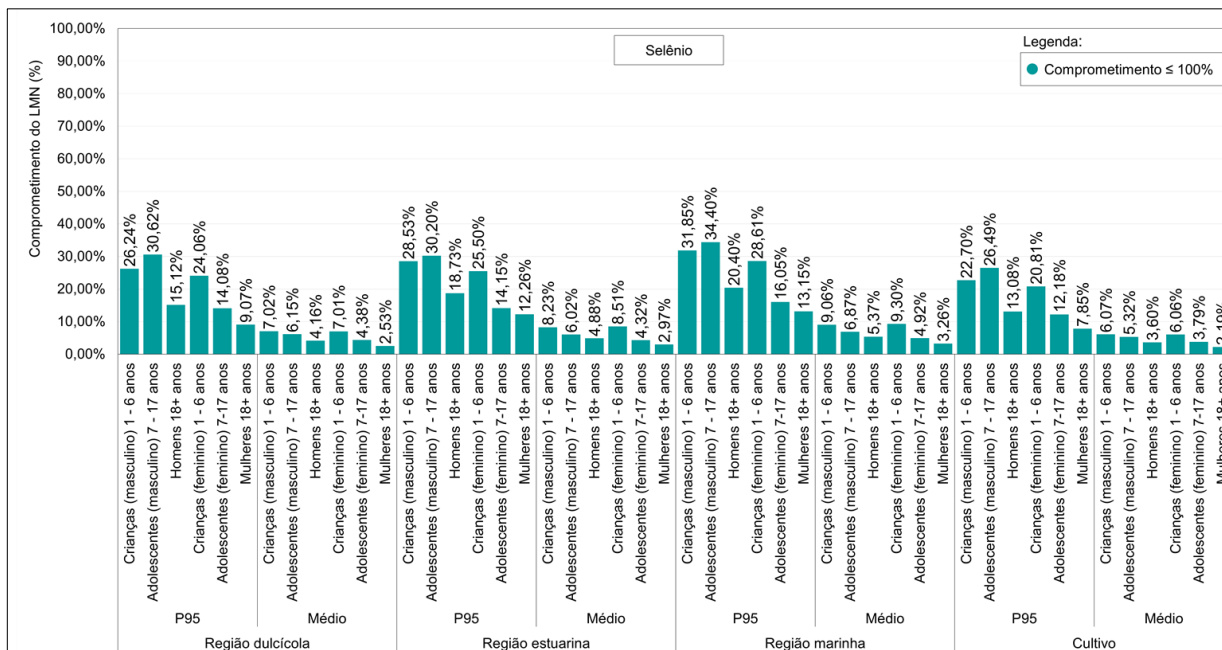


Figura 12. Estimativa comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo selênio para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos de ambos os sexos por regiões avaliadas.

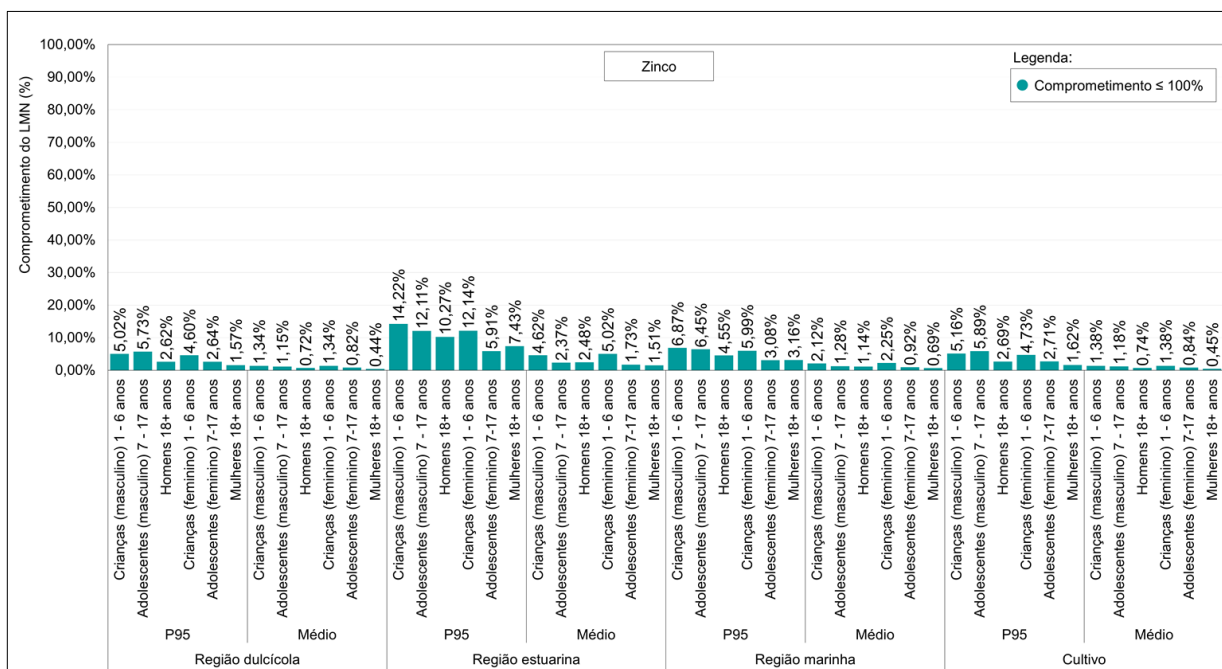


Figura 13. Estimativa comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo zinco para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos de ambos os sexos por regiões avaliadas.



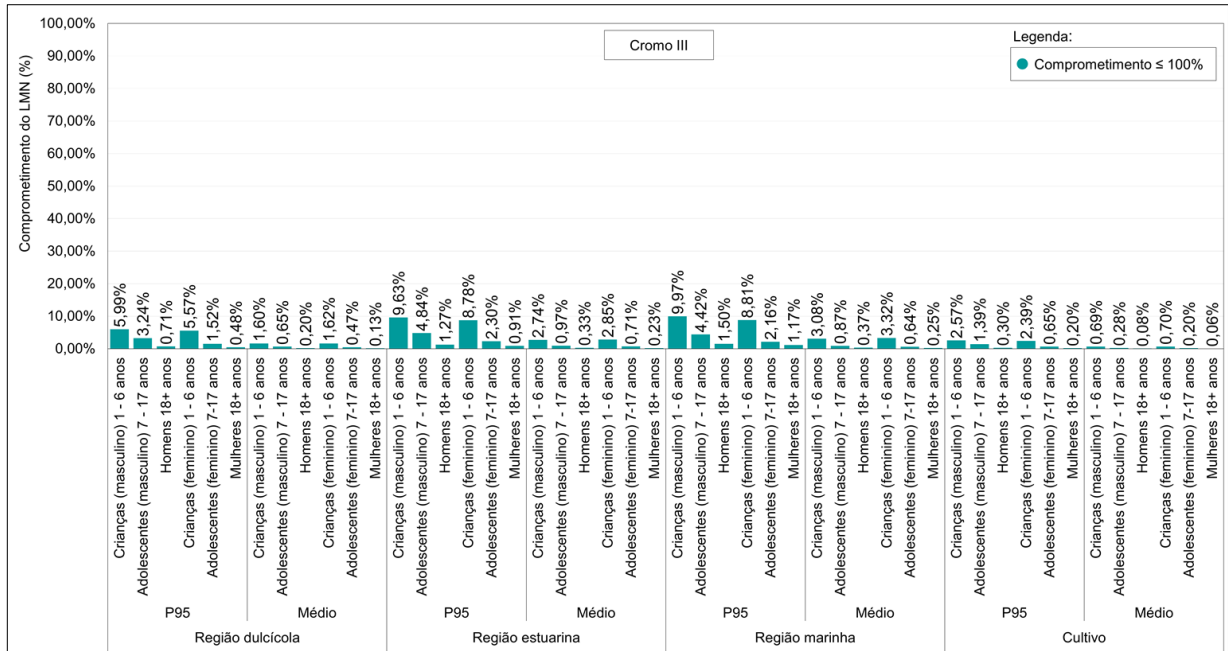


Figura 14. Estimativa comprometimento dos Limites Máximo de Nutrientes em suplementos contendo cromo III para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos de ambos os sexos por regiões avaliadas.

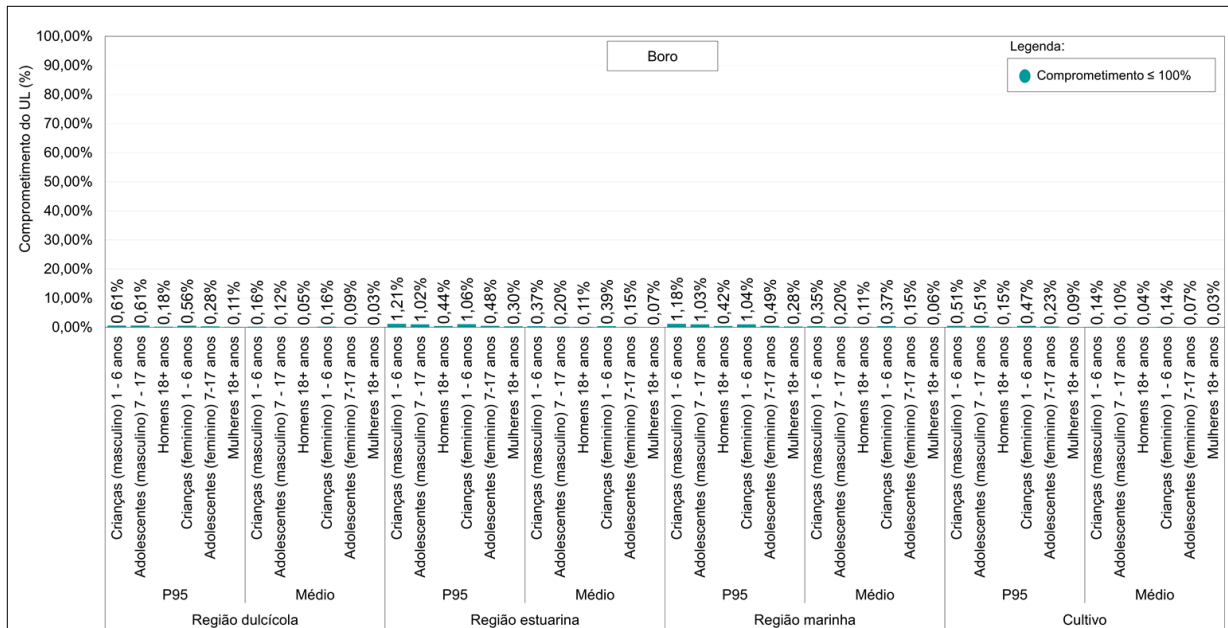


Figura 15. Estimativa do comprometimento da Upper Level (UL) para boro entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



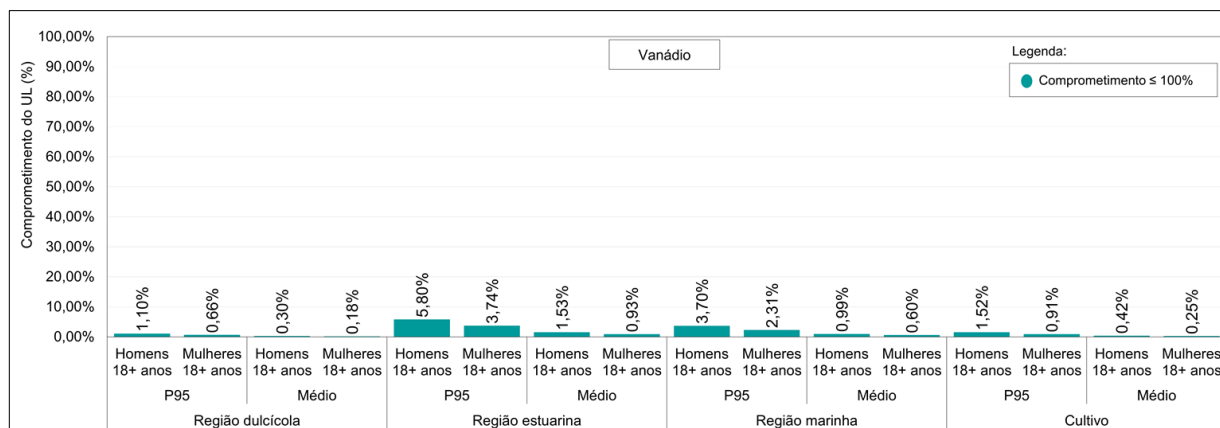


Figura 16. Estimativa do comprometimento da Upper Level (UL) para vanádio entre os consumidores (P95 e médio) ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

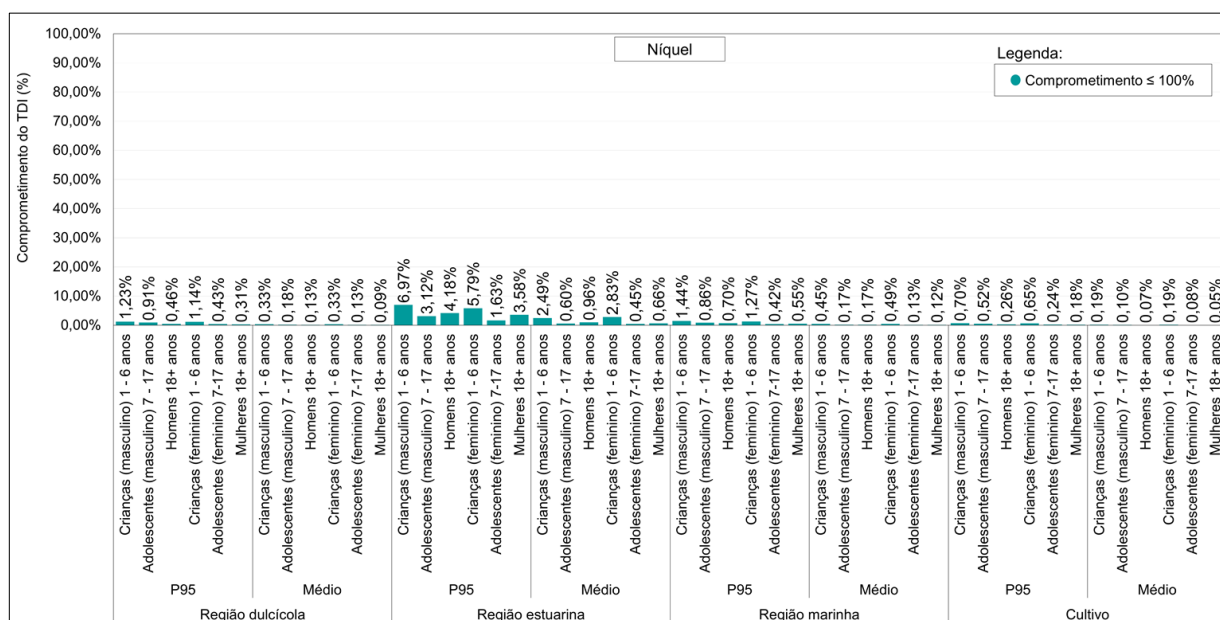


Figura 17. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



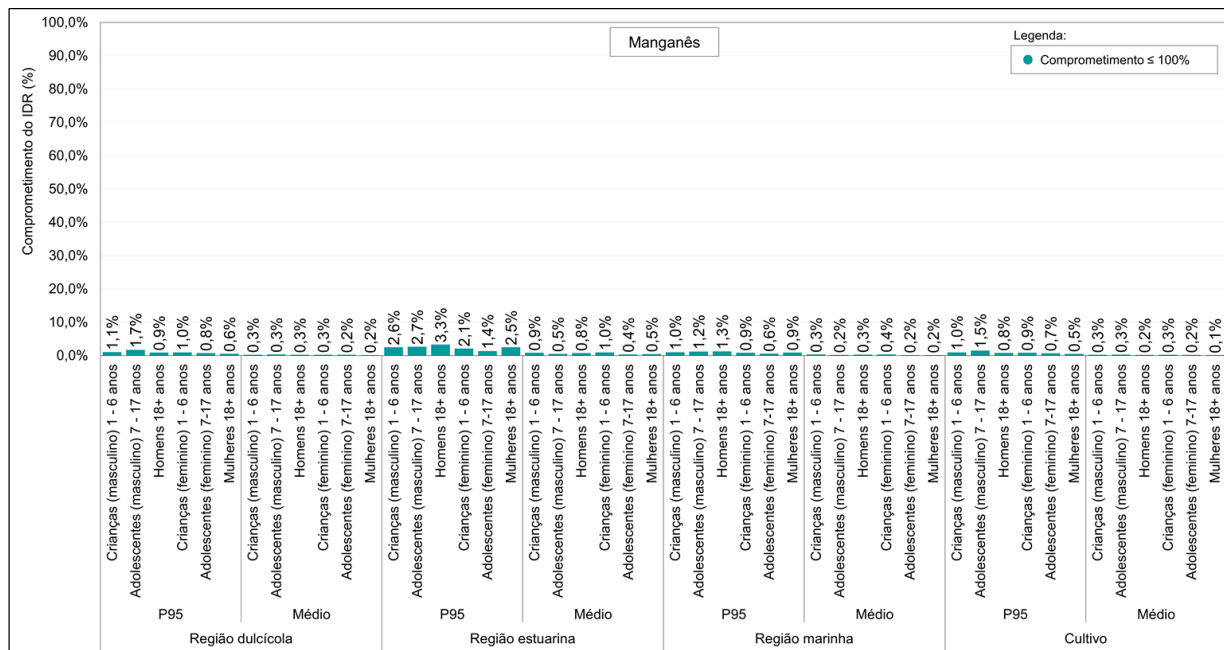


Figura 18. Estimativa do comprometimento da Ingestão diária recomendada de manganês entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

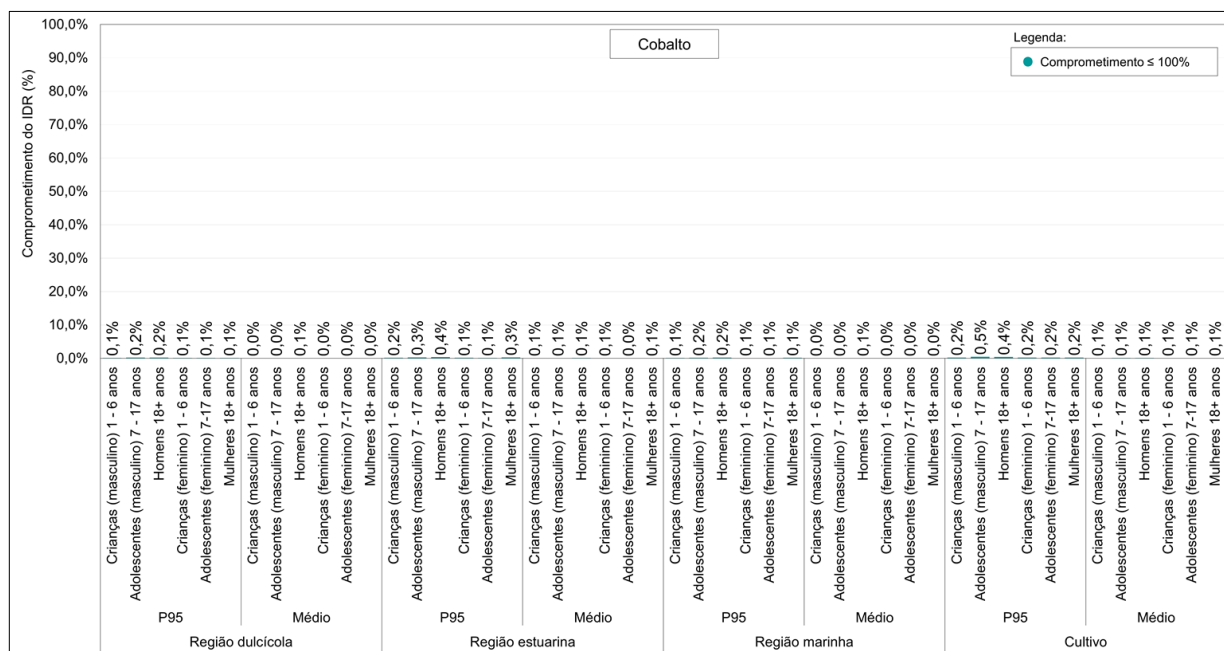


Figura 19. Estimativa do comprometimento da Ingestão diária recomendada de cobalto entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



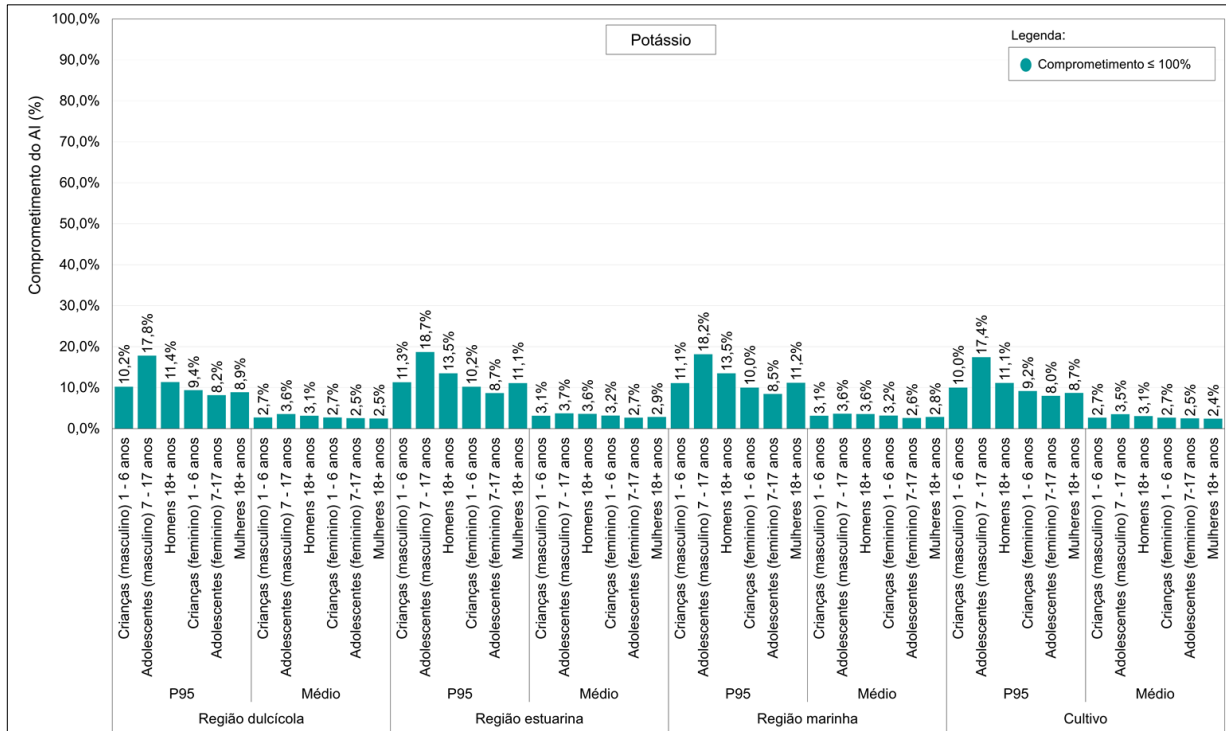


Figura 20. Estimativa do comprometimento da Ingestão adequada (AI) de potássio entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

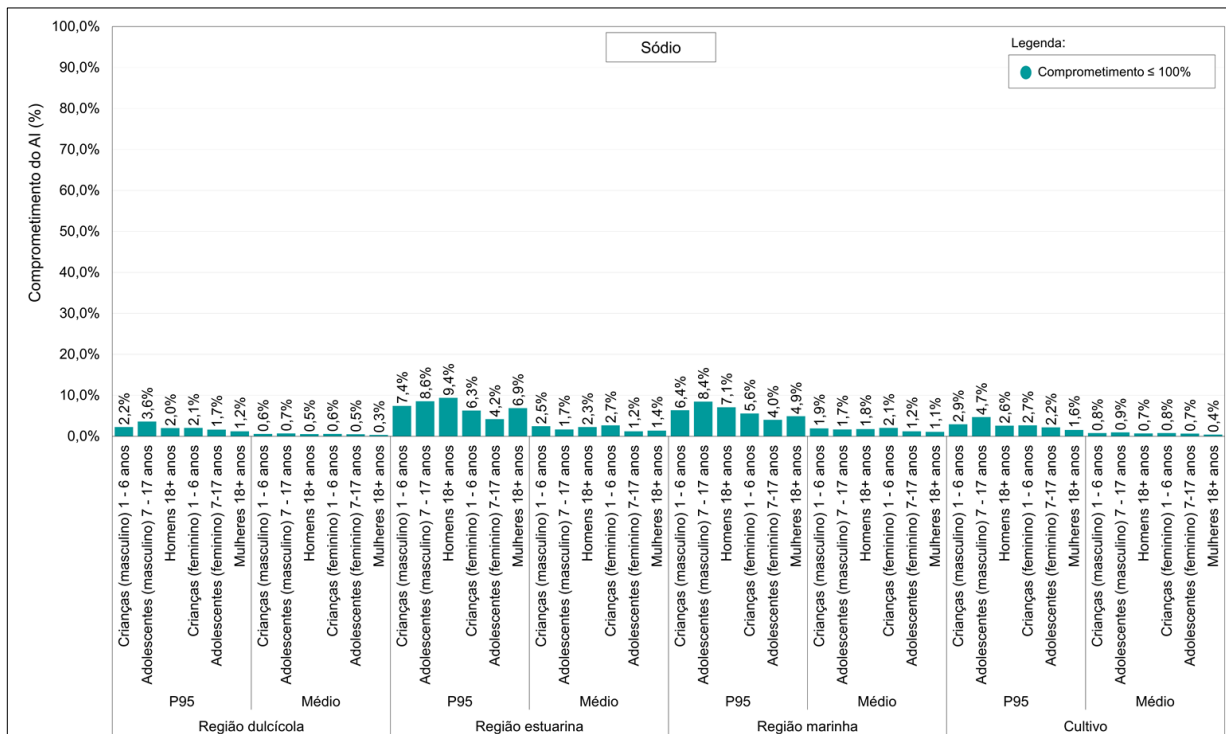


Figura 21. Estimativa do comprometimento da Ingestão adequada (AI) de sódio entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 - 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



Conforme apresentado nas figuras acima (Figura 6 a Figura 21), a equipe de perícia concluiu que não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para nenhuma substância química essencial (nutriente) do Tipo 1, em nenhuma das regiões, faixas etárias e sexos avaliados.

O grupo de substâncias químicas essenciais do Tipo 1 é composto pelos seguintes nutrientes: boro, cálcio, cobalto, cobre, cromo, enxofre, ferro, fósforo, lítio, magnésio, manganês, molibdênio, níquel, nitrogênio, potássio, selênio, silício, sódio, vanádio e zinco.

A equipe de perícia reforça que para o vanádio (V), não há UL estabelecida para as faixas etárias de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos.

Especificamente para o lítio, a equipe de perícia não encontrou valores de orientação em saúde nos bancos de dados das agências de área de alimentos, nutrição, água e saúde. Desta forma, para este composto, a avaliação da segurança será apresentada por meio de uma razão entre a exposição e dose de referência (RfD) indicada pela EPA resultando em um quociente de perigo (HQ).

O quociente de perigo é a abordagem empregada pela EPA e ATSDR para avaliar se uma substância indica preocupação ou não, quando a dose de referência e o nível de risco mínimo para efeito crônico por via oral são empregados.

O quociente de perigo foi obtido a partir da razão entre a exposição (Tabela 40 a Tabela 47) e valor de orientação em saúde (RfD) (Tabela 92). Conforme apresentado na Tabela 94, quando o HQ for maior ou igual a 1, significa que o valor da exposição é maior do que o valor orientador, logo o consumo do alimento indica preocupação em relação à substância investigada. Para resultados de HQ menores do que 1, a exposição é menor do que o valor orientador de saúde e, portanto, o consumo do alimento não indica preocupação em relação à substância investigada. Os resultados do quociente de perigo (HQ) para o Lítio estão apresentados na Figura 22.

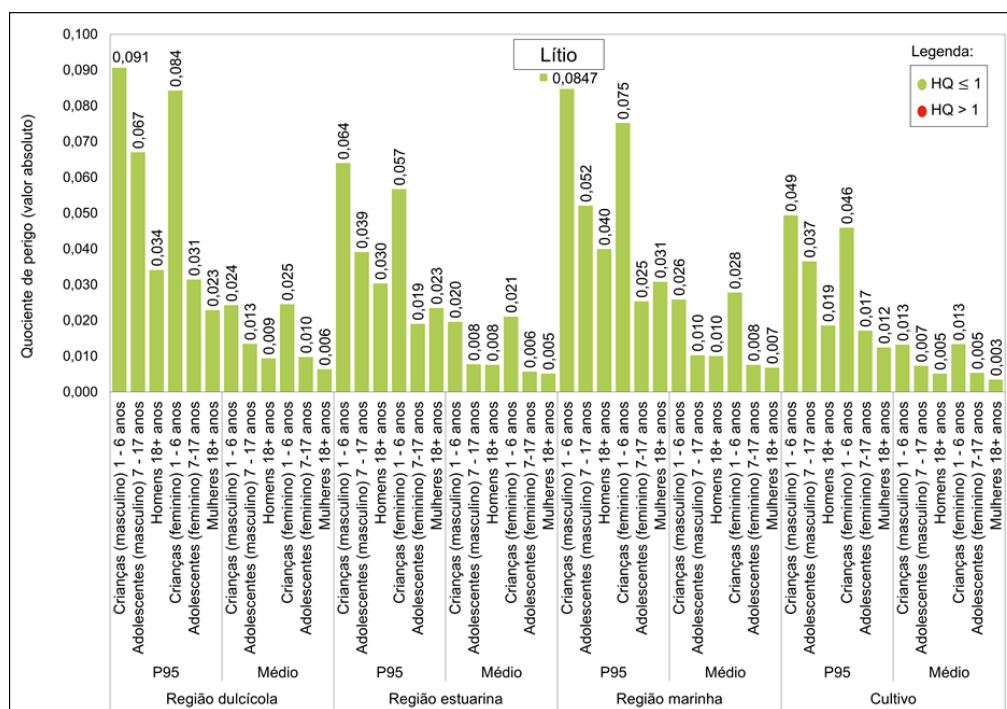


Figura 22. Estimativa do quociente de perigo (HQ) para o lítio entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando todas as regiões avaliadas.



A equipe de perícia concluiu que, conforme apresentado na Figura 22 acima, os resultados indicam baixa preocupação em relação ao lítio presente no pescado, uma vez que a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todas as regiões, faixas etárias e sexos avaliados.

5.2 Substâncias não essenciais – Substâncias químicas Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4

Os resultados de avaliação da segurança do alimento (pescado) para as substâncias químicas não essenciais estão apresentados a seguir, separados por parâmetro utilizado para avaliar o comprometimento do valor de orientação baseado em saúde.

5.2.1 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose diária de ingestão

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas Figura 23 a Figura 28.

Os valores de segurança estabelecidos pelas agências regulamentadoras (WHO, FAO, EFSA e ANVISA) se referem à quantidade dessas substâncias que podem ser ingeridas diariamente durante toda a vida, sem que ocorram efeitos adversos, conforme apresentado da Tabela 84 à Tabela 91.

Existe preocupação em relação ao consumo de um alimento quando há uma extrapolação de 100% do valor de segurança, conforme apresentado na Tabela 83. A interpretação é semelhante quando se avalia a segurança a partir da Ingestão Diária Tolerável (TDI) e da Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória (PMTDI).

As substâncias químicas avaliadas a partir da TDI foram o antimônio, o bário, o berílio, o urânio e o tolueno. O cianeto foi a substância química avaliada a partir da PMTDI.

O percentual do comprometimento do valor de segurança foi calculado a partir da razão entre os valores obtidos para a exposição (Tabela 48 a Tabela 55 e Tabela 64 a Tabela 71) e o respectivo valor de segurança (Tabela 84 e Tabela 90), multiplicado por 100.



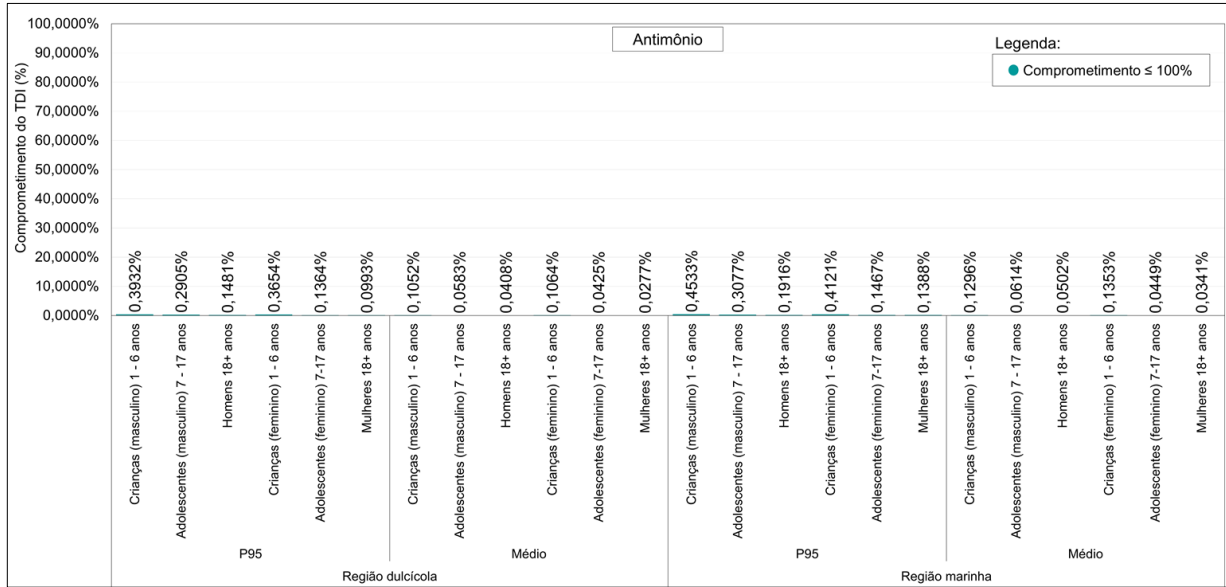


Figura 23. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.

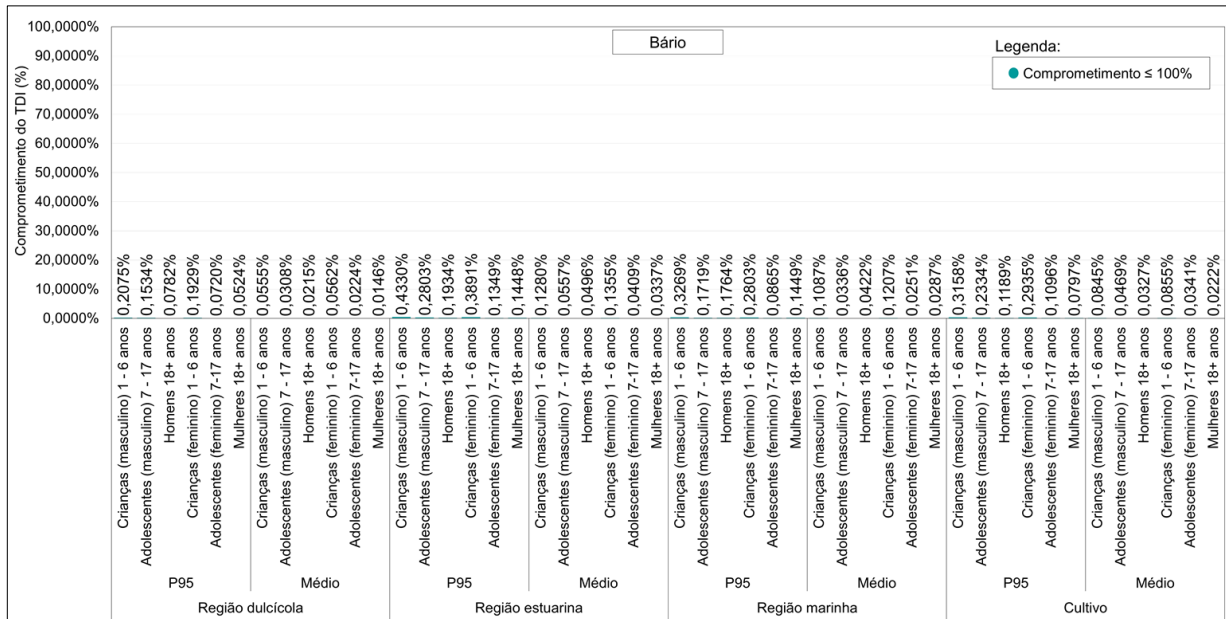


Figura 24. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



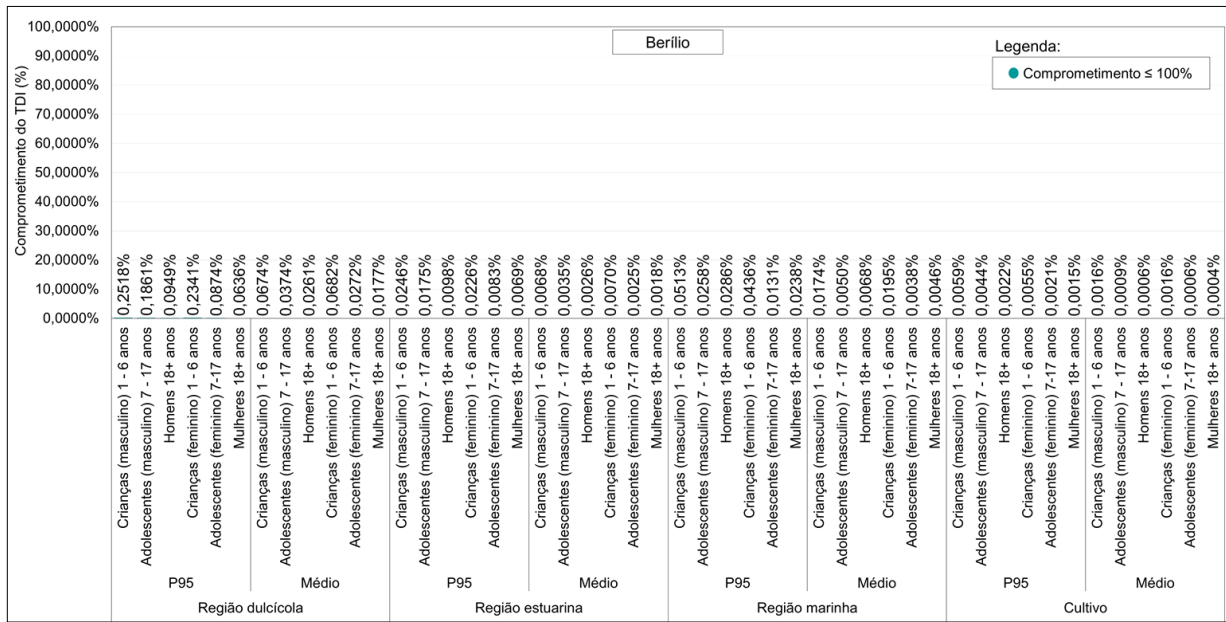


Figura 25. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

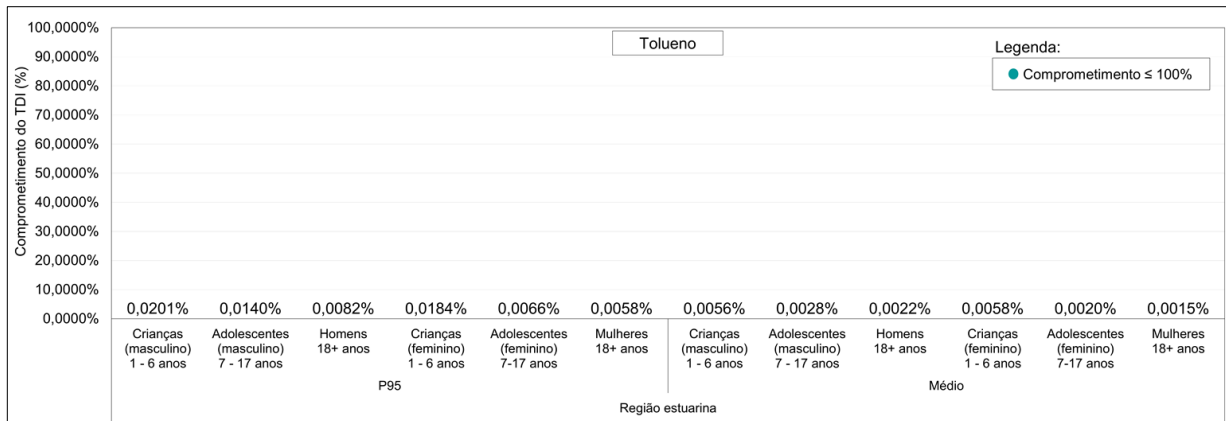


Figura 26. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de tolueno entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18anos, de ambos os sexos, considerando a região onde houve detecção desta substância química.



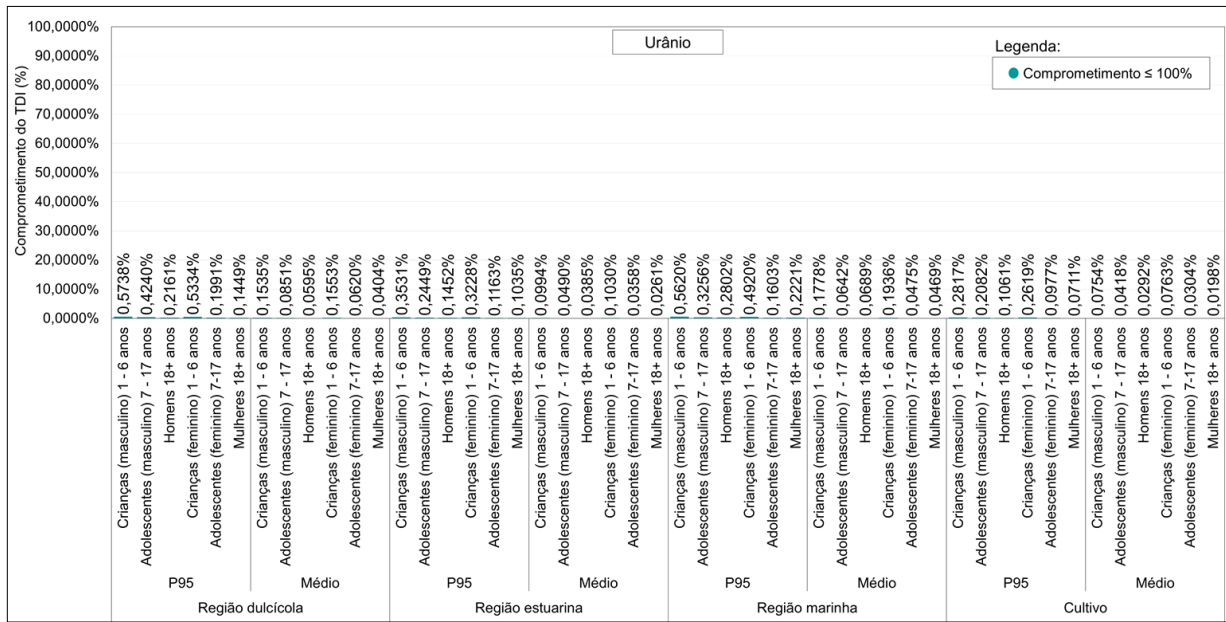


Figura 27. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

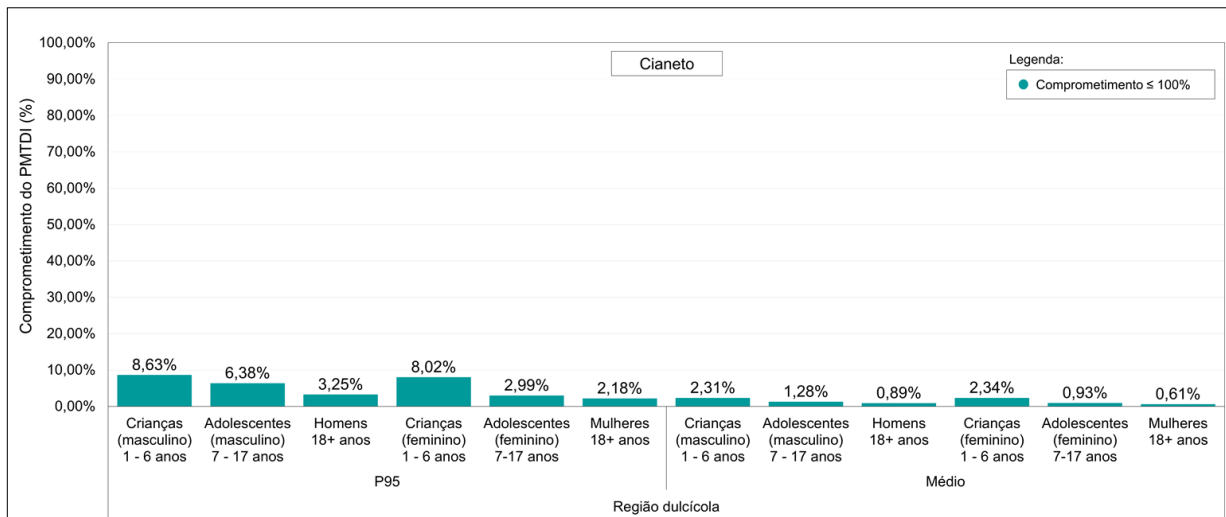


Figura 28. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória (PMTDI) de cianeto entre os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando a região onde houve detecção desta substância química.



A equipe de perícia concluiu que, conforme apresentado acima na Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27 e Figura 28, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para o antimônio, o bário, o berílio, o urânio, o tolueno e o cianeto, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores, e todas as regiões avaliadas.

5.2.2 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias não essenciais, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados na Figura 29, na Figura 30 e na Figura 31.

Os valores de segurança estabelecidos pelas agências regulamentadoras (EFSA e JECFA) se referem à quantidade dessas substâncias que podem ser ingeridas diariamente, durante toda a vida, sem que ocorram efeitos adversos (conforme descrito na Tabela 83).

A equipe de perícia ressalta que esse parâmetro é aplicado a substâncias que tem a propriedade de bioacumulação, que representa um importante parâmetro para avaliação de toxicidade e/ou segurança, porém não sendo o único parâmetro a ser observado.

Existe preocupação em relação ao consumo de um alimento quando há uma extrapolação de 100% do valor de segurança, conforme apresentado na Tabela 93. A interpretação é semelhante quando se avalia a segurança a partir da Ingestão Semanal Tolerável (TWI) e da Ingestão Semanal Tolerável Provisória (PTWI).

As substâncias químicas avaliadas a partir da TWI foram o alumínio, o mercúrio e o metilmercúrio. O estanho foi a substância química avaliada a partir da PTWI.

O percentual do comprometimento do valor de segurança foi calculado a partir da razão entre os valores obtidos para a exposição (Tabela 48 a Tabela 54 e Tabela 56 a Tabela 63) e o respectivo valor de segurança (Tabela 84 e Tabela 89), multiplicado por 100.



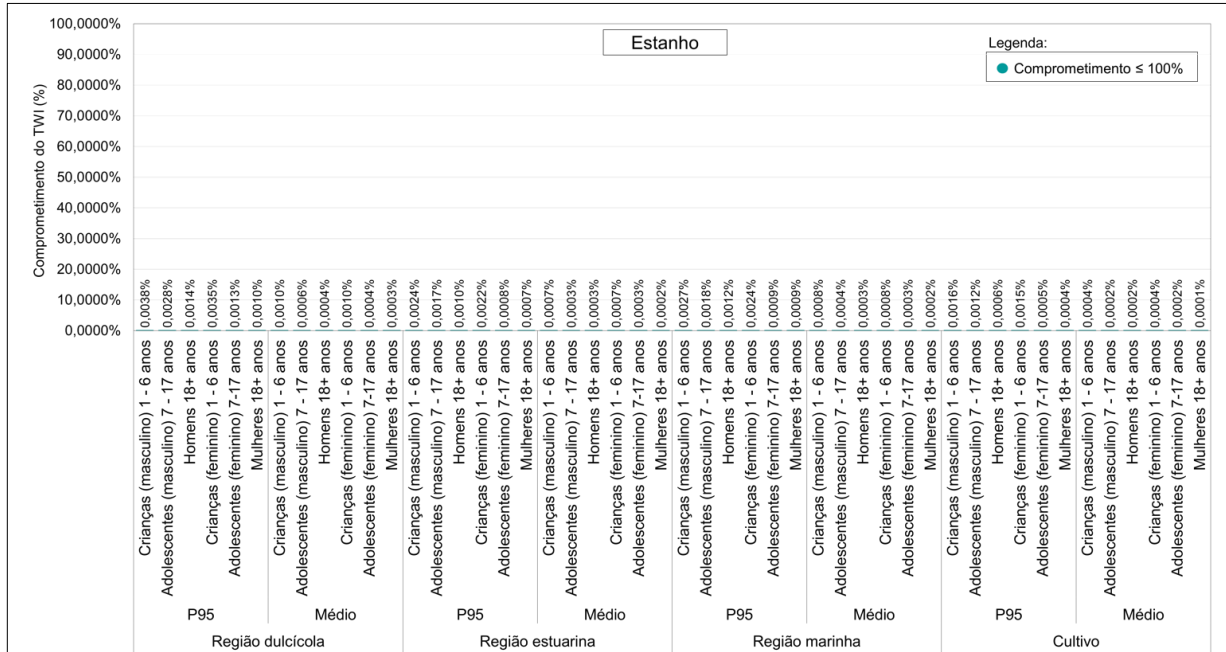


Figura 29. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para o estanho para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.

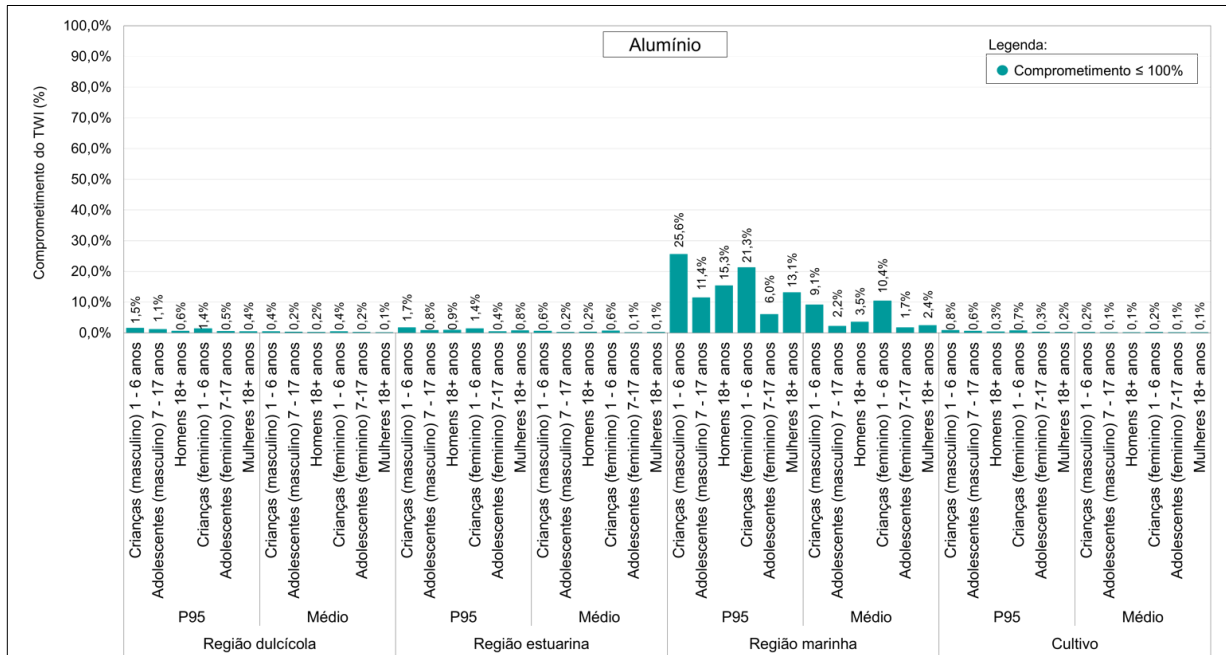


Figura 30. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para o alumínio para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



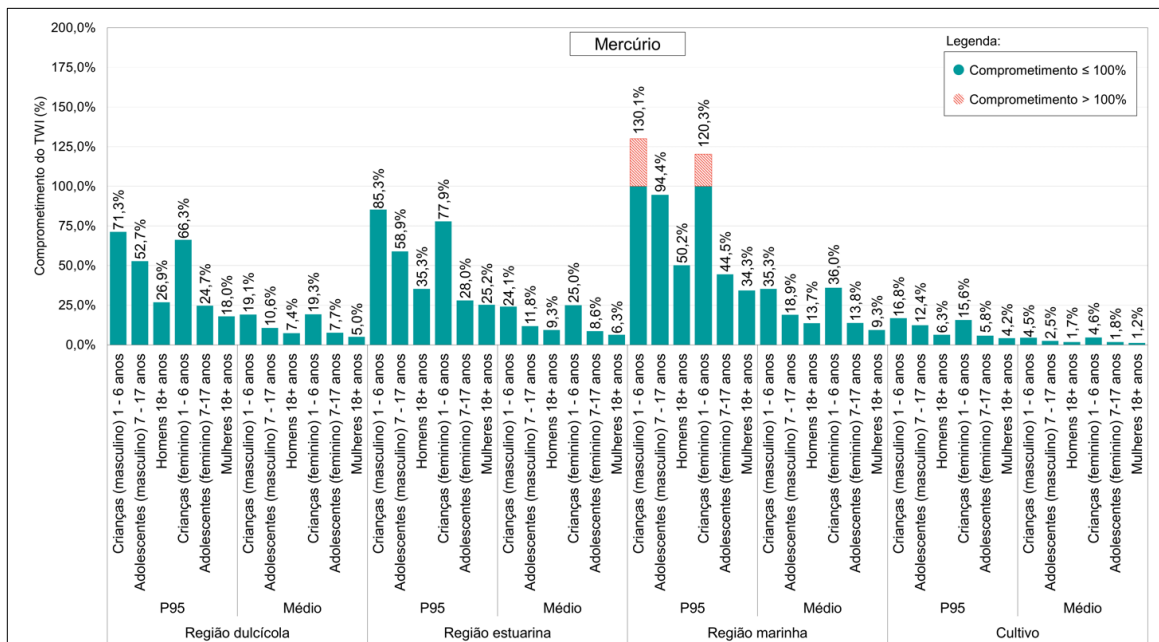


Figura 31. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para o mercúrio para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



A equipe de perícia concluiu que, conforme apresentado acima na Figura 29 e na Figura 30, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para o estanho e o alumínio, respectivamente, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores, e todas as regiões avaliadas.

No que tange o comprometimento dos valores de segurança calculados para o mercúrio total (Figura 31), para o grupo de altos consumidores, é possível perceber um comprometimento acima de 100% da TWI para crianças (faixa etária de 1 a 6 anos), de ambos os sexos, na região marinha.

Para os consumidores dos valores médios não há extrapolação do valor de segurança para o mercúrio, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e regiões avaliadas.

As recomendações baseadas no consenso dos especialistas do CODEX e da EFSA indicam avaliar os resultados obtidos para mercúrio total em conjunto com os resultados de metilmercúrio, uma vez que este último é mais abundante e possui maior importância toxicológica. Dessa forma, a análise do mercúrio total é útil como instrumento de triagem e, em caso de extrapolação dos valores de segurança para o metal livre, a avaliação da forma orgânica (metilmercúrio) deve ser realizada (FAO; WHO, 2013). Portanto, a equipe de perícia realizou a avaliação da segurança do pescado para o metilmercúrio, cujos resultados estão apresentados na Figura 32 a seguir.



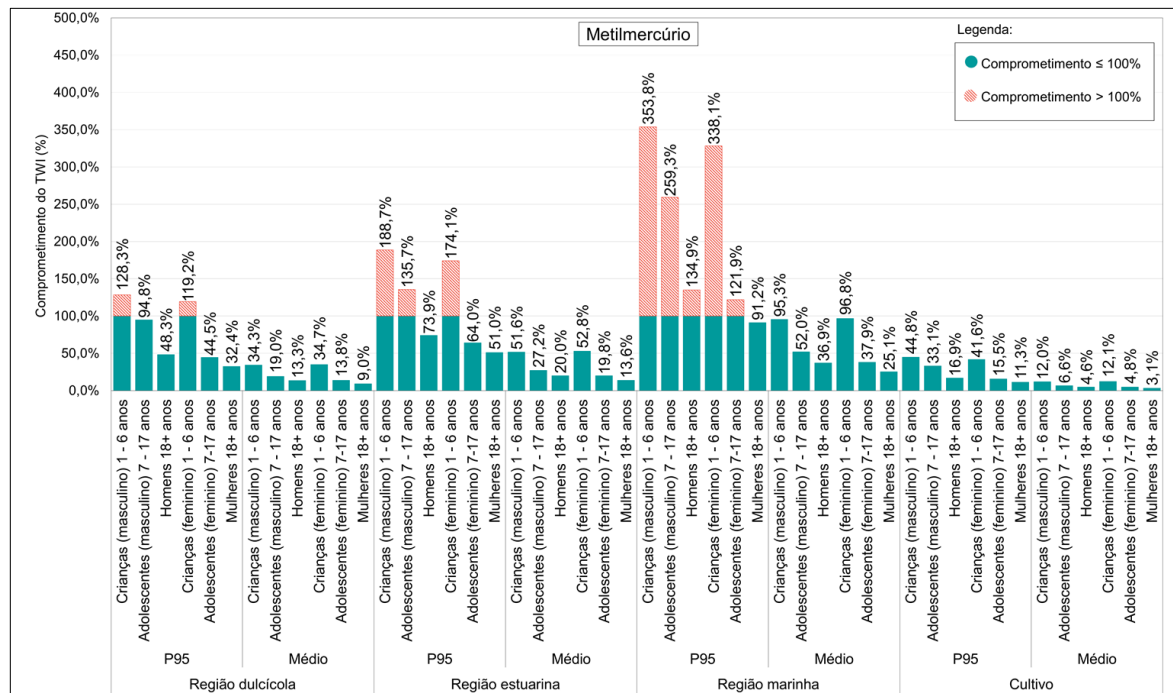


Figura 32. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para o metilmercúrio para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 a 17 e 18+ anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 32 acima, para o metilmercúrio em pescado, considerando os altos consumidores, há extrapolação dos valores para homens de todas as faixas etárias, e para crianças (1 a 6 anos) e adolescentes (7 a 17 anos) do sexo feminino, na região marinha. A equipe de perícia destaca que para mulheres adultas (acima de 18 anos), houve comprometimento de 91,2% do valor de segurança nesta mesma região. Também há extrapolação do valor de segurança para crianças (1 a 6 anos), de ambos os sexos, nas regiões dulcícola e estuarina, e para homens, de 7 a 17 anos, na região estuarina.

No que tange aos consumidores dos valores médios, não há extrapolação no valor de segurança para nenhuma das faixas etárias, sexos e regiões avaliadas. A equipe de perícia ressalta que o comprometimento no valor de segurança para crianças (1 a 6 anos), de ambos os sexos, foi superior a 90%, para a região marinha.

Com relação aos baixos consumidores, não foi observada nenhuma extrapolação dos valores de segurança para o metilmercúrio, considerando todas as faixas etárias, sexo e regiões avaliadas.

Para o cálculo da exposição dos baixos consumidores (P5), a equipe de perícia utilizou os valores de consumo e peso apresentados no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258) e as médias de concentração apresentadas no item 3.2.1.

5.2.3 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão

A Figura 33 mostra o comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para os altos consumidores e consumidores dos valores médios, por faixa etária, sexo e região avaliada.

A dose mensal de ingestão se refere à quantidade de uma substância química que pode ser ingerida mensalmente, durante toda a vida, sem que ocorram efeitos adversos (conforme descrito na Tabela 83). Conforme apontado no item 5.2.2 esse parâmetro é aplicado a substâncias que tem a propriedade de bioacumulação. Neste trabalho de perícia, este parâmetro foi utilizado para a avaliação do cádmio.

A equipe de perícia ressalta que a bioacumulação é um importante parâmetro para avaliação de toxicidade e/ou segurança, porém não é o único parâmetro a ser observado.

O percentual do comprometimento do valor de segurança aplicado ao cádmio (PTMI) foi calculado a partir da razão entre os valores obtidos para a exposição (Tabela 48 a Tabela 55) e o respectivo valor de segurança (Tabela 84).



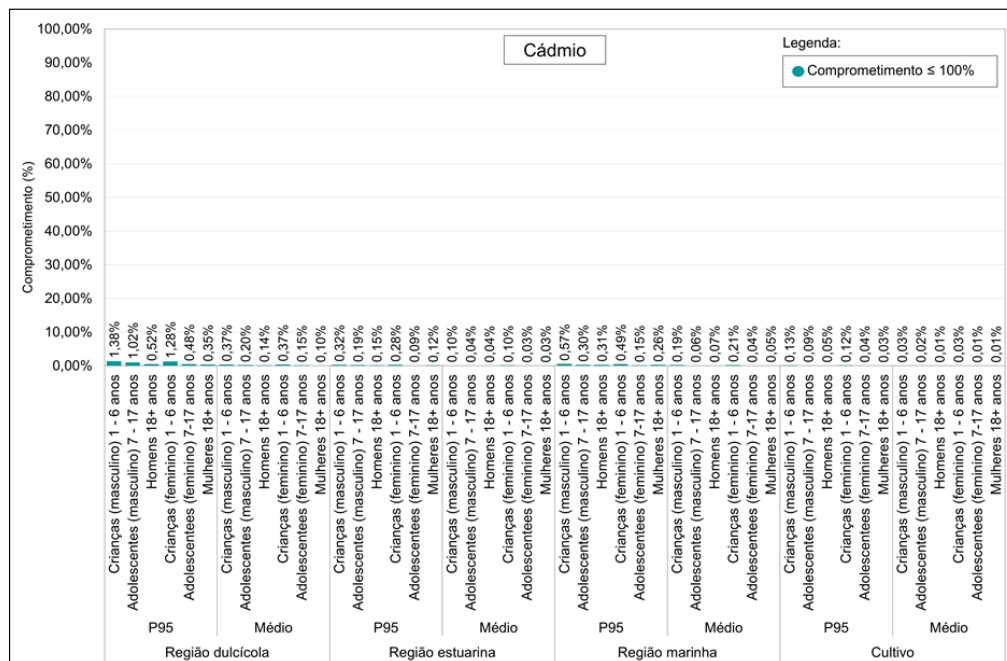


Figura 33. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para o cádmio para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6, 7 – 17 e 18+ anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas

A equipe de perícia informa que, conforme pode ser observado na Figura 33, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio em nenhuma região avaliada. Esse entendimento se aplica a todas as faixas etárias, de ambos os sexos e grupos de consumidores (altos, médios e baixos consumidores).

5.2.4 Margem de exposição (MOE)

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE) estão apresentados a seguir.

O MOE foi obtido a partir das equações apresentadas na Tabela 93 e Tabela 94, apresentadas no item 4.4 deste documento. Para isso, a equipe de perícia utilizou os valores de *endpoint* crítico (Tabela 84, Tabela 89 e Tabela 92) e da quantificação da exposição (Tabela 48 a Tabela 55 e Tabela 56 a Tabela 63). Conforme apresentado na Tabela 93 e na Tabela 94, o MOE possui diferentes interpretações a depender da agência que gerou a informação, o tipo de estudo (modelos animais ou humanos) que deu origem ao *endpoint* crítico, bem como se o efeito crítico é considerado carcinogênico ou não carcinogênico.

As substâncias químicas avaliadas pela abordagem de Margem de Exposição (MOE) foram: chumbo, titânio, arsênio inorgânico (III e V) e cromo inorgânico (VI). Os resultados estão apresentados a seguir.

- Chumbo

Para a avaliação do chumbo, a equipe de perícia utilizou três *endpoint* referentes aos efeitos críticos de neurotoxicidade (aplicado somente para crianças de 1 – 6 anos), nefrotoxicidade e efeitos cardiovasculares (aplicado somente para as faixas etárias de 7 – 17 anos e ≥ 18 anos) gerados a partir de dados observados em humanos. A razão (MOE) entre o valor de cada *endpoint* (Tabela 84) e a exposição (Tabela 40 a Tabela 46) resulta em um valor absoluto.



Independentemente do efeito crítico observado, para a interpretação da avaliação do chumbo pela margem de exposição, de acordo com o Comitê de Toxicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COT, 2016), o Comitê de Carcinogenicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COC, 2012) e a ANVISA (Nota técnica ANVISA nº 8 /2018 – ID 216340362 e Nota técnica ANVISA nº 95 /2016 – ID 216340361), o risco é considerado desprezível quando MOE resulta em um valor maior do que 10 (> 10), muito baixo quando o resultado de MOE fica entre 1 -10, e o risco não pode ser excluído quando MOE é menor do que 1 (< 1).

A equipe de perícia salienta que o efeito crítico de neurotoxicidade foi avaliado apenas para crianças de 1 a 6 anos, porque até os 5 anos de idade o sistema nervoso central ainda está em fase crítica de formação.

A Figura 34 apresenta os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade para crianças, de ambos os sexos. A Figura 35 e a Figura 36 apresentam os resultados de MOE para os efeitos nefrotóxicos e cardiovasculares (respectivamente) para a população de 7 a 17 anos e maiores de 18 anos, de ambos os sexos.

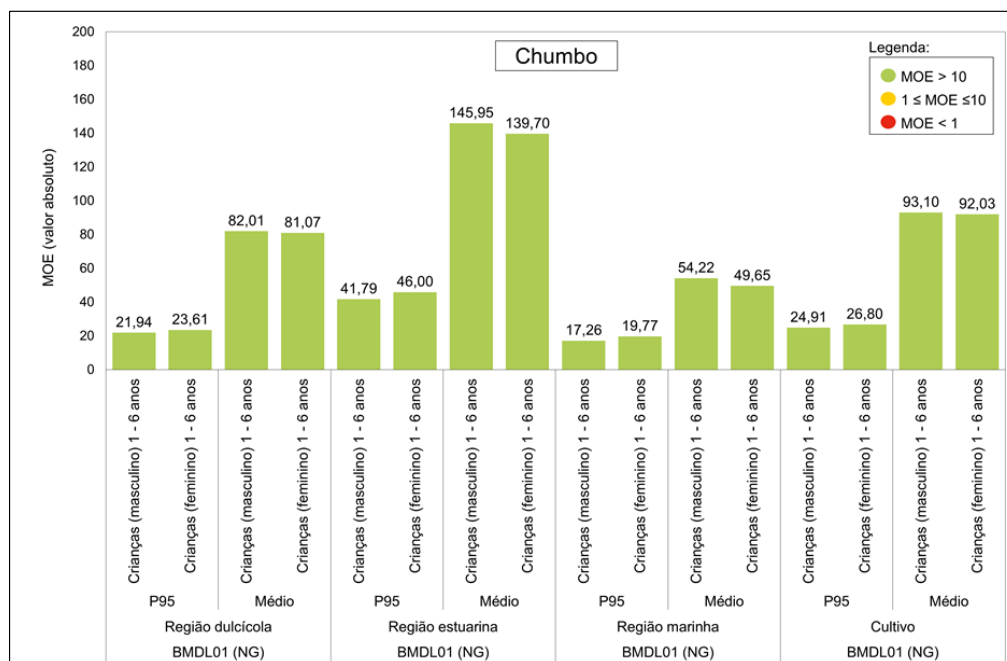


Figura 34. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) para os consumidores (P95 e médio) de 1 a 6 anos, de ambos os sexos, por regiões avaliadas.



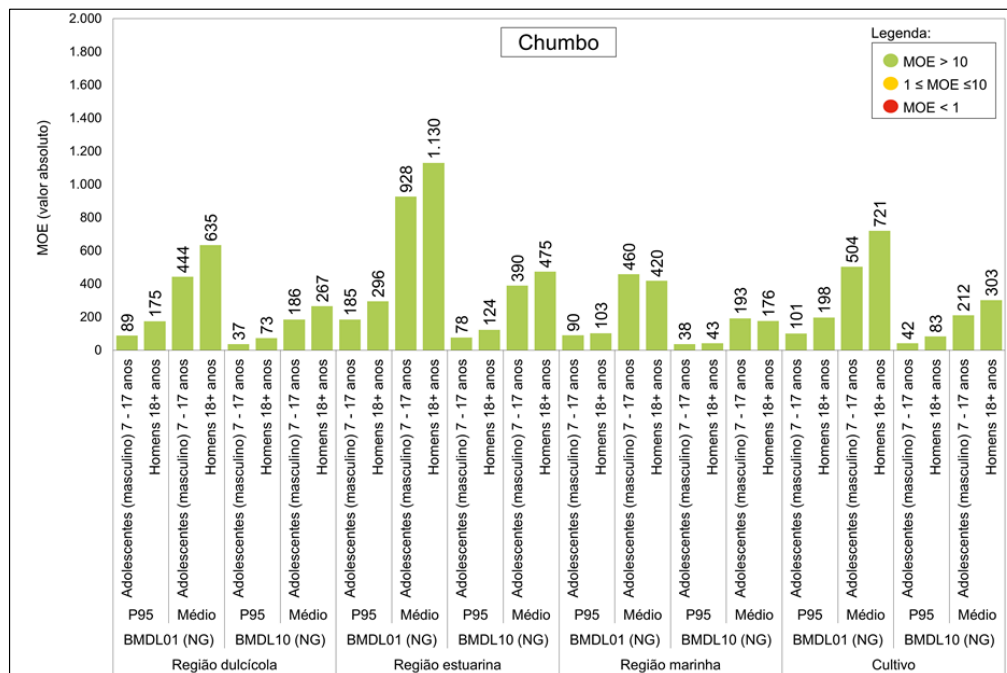


Figura 35. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico – BMDL 10 efeito cardiovascular – BMDL01) para os consumidores (P95 e médio) do sexo masculino entre todas as faixas etárias e regiões avaliadas

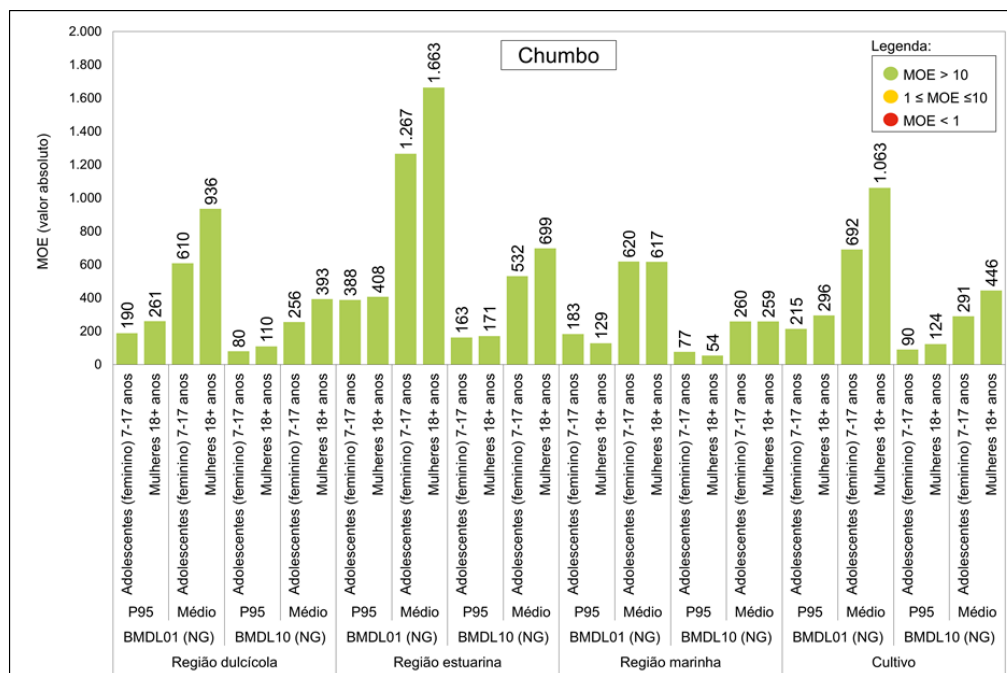


Figura 36. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico – BMDL 10 efeito cardiovascular – BMDL01) para os consumidores (P95 e médio) do sexo feminino entre todas as faixas etárias e regiões avaliadas.



No que tange a avaliação do chumbo pela margem de exposição (MOE), considerando os resultados supracitados, a equipe de perícia concluiu que o risco pode ser considerado desprezível (baixa preocupação), uma vez que todos os valores de MOE foram superiores a 10 para os altos consumidores de pescado, em relação a neurotoxicidade (crianças), nefrotoxicidade (para a população de 7 – 17 anos e ≥ 18 anos) e efeitos cardiovasculares (para a população de 7 – 17 anos e ≥ 18 anos) para todas as faixas etárias, regiões e sexos avaliados. Esse resultado indica baixa preocupação para altos, médios e baixos consumidores.

- Titânio

O *endpoint* crítico (NOAEL) utilizado para avaliação pela margem de exposição (MOE) do titânio foi oriundo de modelos animais, o qual foi extrapolado para humanos, permitindo a avaliação do efeito carcinogênico.

Para que o efeito carcinogênico fosse considerado ao se aplicar fatores de segurança, o NOAEL (1500 mg/kg p.c. dia) foi dividido por 10 (extrapolação de modelos animais para humanos), e dividido novamente por 5 para considerar os efeitos carcinogênicos. Desta forma, conforme a classificação empregada pelo Ministério do Meio Ambiente do governo do Japão (2021), se MOE < 100 indica que há risco potencial, e se MOE > 1000 sugere baixa preocupação à saúde pública.

A Figura 37 apresenta os resultados de MOE para o titânio para a população do sexo masculino, para todas as faixas etárias. A Figura 38 apresenta os resultados de MOE para a população do sexo feminino, para todas as faixas etárias.

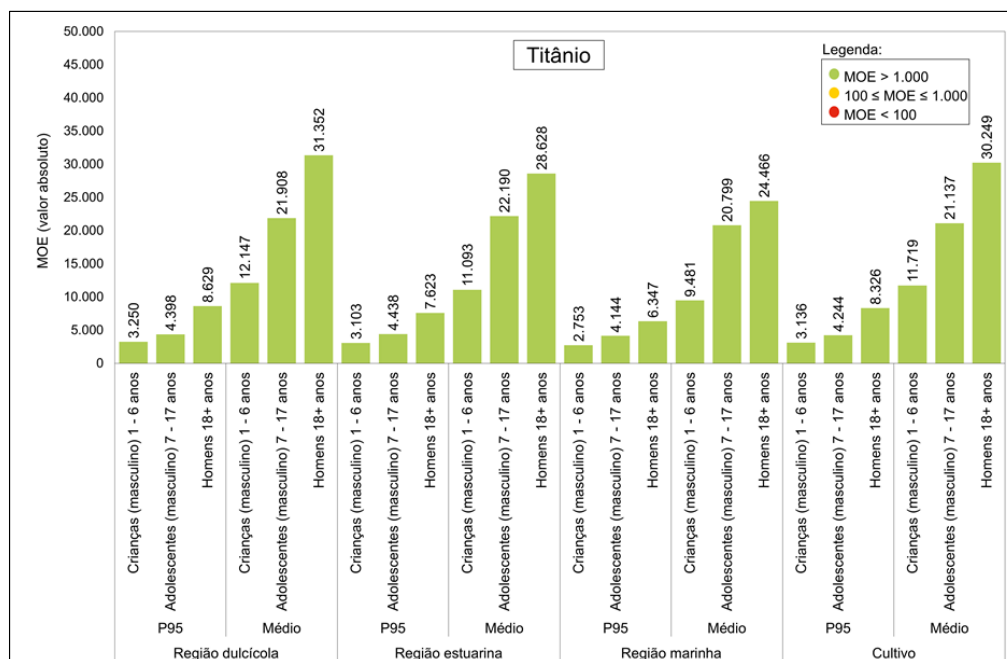


Figura 37. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio, entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo masculino, considerando todas as regiões avaliadas.



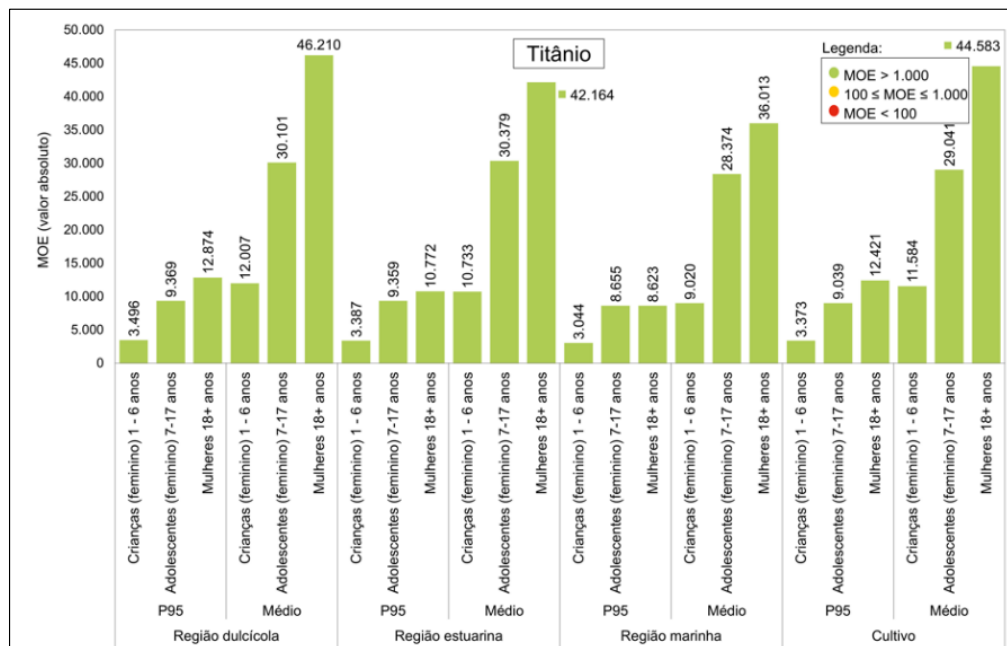


Figura 38. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio, entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo feminino, considerando todas as regiões avaliadas.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1000 para os altos consumidores de pescado, em todas as faixas etárias, regiões e sexos investigados, conforme apresentado nas figuras acima. A equipe de perícia concluiu que tal resultado indica baixa preocupação para altos, médios e baixos consumidores.

- Arsênio inorgânico (III + V)

Para a avaliação do arsênio inorgânico (somatório das especiações 3 e 5), a equipe de perícia utilizou um *endpoint* referente ao efeito crítico de carcinogenicidade, obtido de pesquisas com humanos. A razão entre o valor do *endpoint* (Tabela 89) e a exposição (Tabela 56 a Tabela 62) resulta em um valor absoluto (MOE).

A Figura 39 e a Figura 40 apresentam os resultados de MOE do arsênio inorgânico para a população feminina e masculina, respectivamente, para todas as faixas etárias e regiões avaliadas.



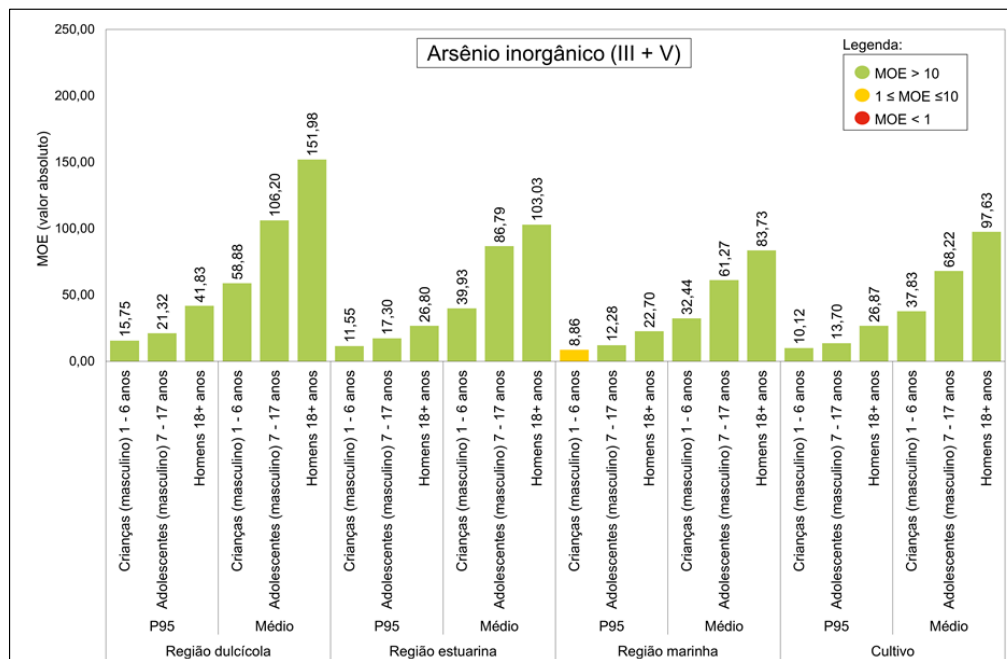


Figura 39. Estimativa da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico (III+V), entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo masculino, considerando todas as regiões avaliadas.

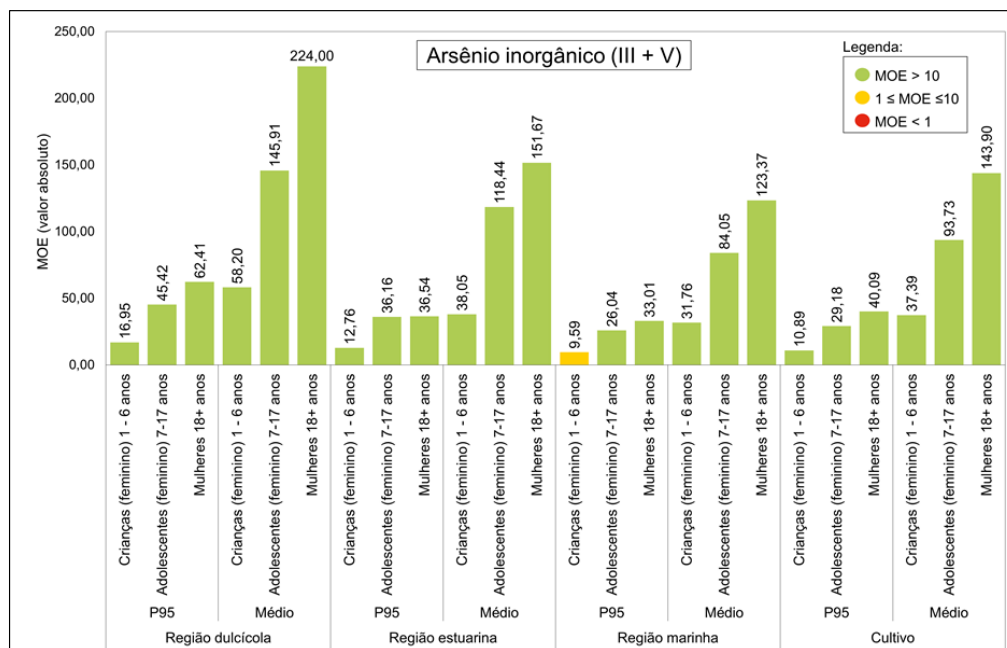


Figura 40. Estimativa da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico (III+V), entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo feminino, considerando todas as regiões avaliadas.



De acordo com o Comitê de Toxicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COT, 2016), o Comitê de Carcinogenicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COC, 2012) e a ANVISA (Nota técnica ANVISA nº 8 /2018 – ID 216340362 e Nota técnica ANVISA nº 95 /2016 – ID 216340361), o risco é considerado desprezível quando MOE resultou em um valor maior do que 10 (> 10), o risco é muito baixo quando o resultado de MOE fica entre 1 – 10, e o risco não pode ser excluído quando MOE é menor do que 1 (< 1).

Os resultados de MOE (> 10) para os altos consumidores (P95) de pescado com idade superior a 18 anos indicam que o risco pode ser considerado desprezível para todas as regiões e sexos analisados. O mesmo resultado foi observado para a faixa etária de 7 a 17 anos.

Para meninos e meninas entre 1 e 6 anos, o valor de MOE foi de 8,86 e 9,59, respectivamente, para o pescado oriundo da região marinha. Esse valor indica um risco muito baixo, de acordo com as classificações supracitadas (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo indica que o risco não é desprezível. Para as demais regiões, o MOE foi maior do que 10 (risco desprezível) para esta faixa etária.

No que tange aos consumidores do valor médio, os resultados de MOE foram superiores a 10 entre todas as faixas etárias, regiões e sexos avaliados, o que indica uma baixa preocupação tanto para quem consome os valores médios de pescado como para os baixos consumidores, para todas as faixas etárias, regiões e sexos avaliados.

- Cromo inorgânico (VI)

Para a avaliação do cromo inorgânico (VI), a equipe de perícia utilizou os *endpoint* críticos de carcinogenicidade e genotoxicidade, e não-carcinogenicidade e não-genotoxicidade gerados a partir de estudos em animais. A razão (MOE) entre o valor de cada *endpoint* (Tabela 89) e a exposição (Tabela 56 a Tabela 62) resulta em um valor absoluto.

Para os efeitos carcinogênicos e genotóxicos, a equipe de perícia utilizou a seguinte interpretação pela margem de exposição (MOE): se $MOE > 10.000$, indica baixa preocupação a saúde pública; se $MOE \leq 10.000$, sugere que há risco. Para os efeitos não carcinogênicos e não genotóxicos, de acordo com a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA, 2019a), é considerada a seguinte interpretação: se $MOE < 100$, o risco não pode ser excluído e se $MOE > 1000$, indica baixa preocupação a saúde pública, e se MOE entre 100 e 1000 deve-se aplicar um fator de incerteza.

A Figura 41 e a Figura 42 apresentam os resultados de MOE do cromo VI para efeito não carcinogênico para a população masculina e feminina, respectivamente, para todas as faixas etárias e regiões avaliadas.



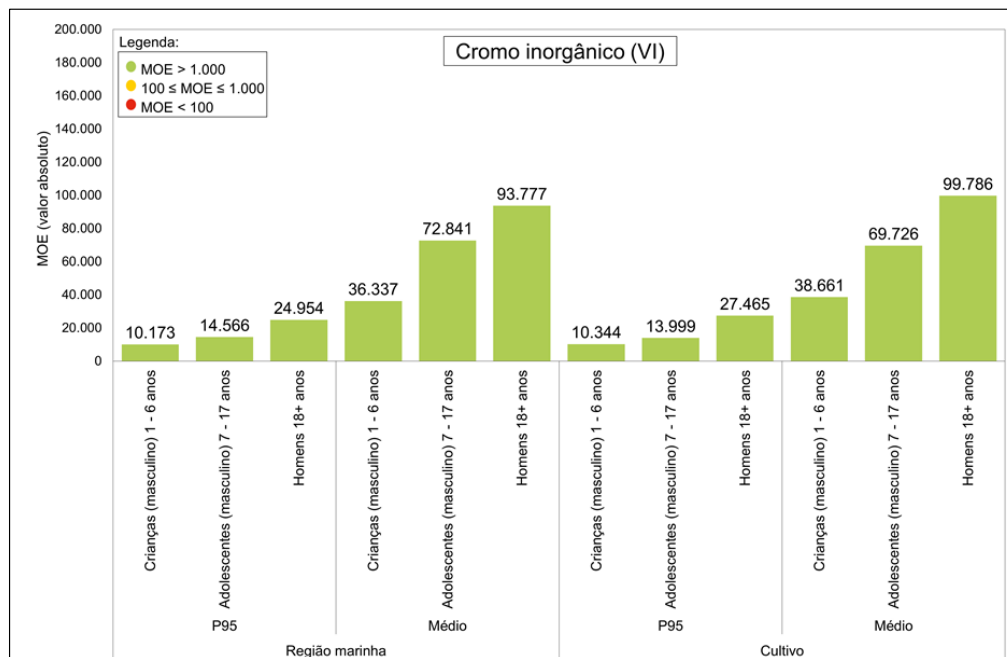


Figura 41. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo VI (efeito não carcinogênico), entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo masculino, considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.

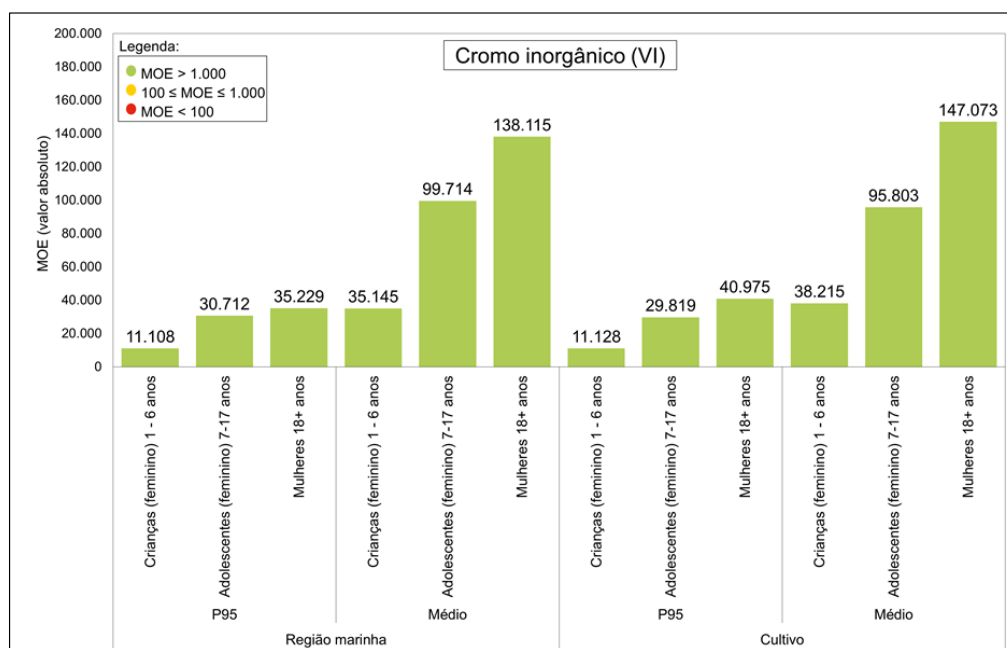


Figura 42. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo VI (efeito não carcinogênico), entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo feminino considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.



Conforme apresentado na Figura 41 e na Figura 42, para os efeitos não carcinogênico e não genotóxico, os valores de MOE foram superiores a 1000, tanto para os altos consumidores quanto para os consumidores dos valores médios, entre todas as regiões onde houve detecção desta substância, faixas etárias e sexos avaliados, o que indica baixa preocupação dos altos aos baixos consumidores.

Na Figura 43 e Figura 44 são apresentados os resultados dos valores de MOE para o efeito carcinogênico e genotóxico para a população masculina e feminina, respectivamente, para todas as faixas etárias e regiões onde houve detecção da substância química.

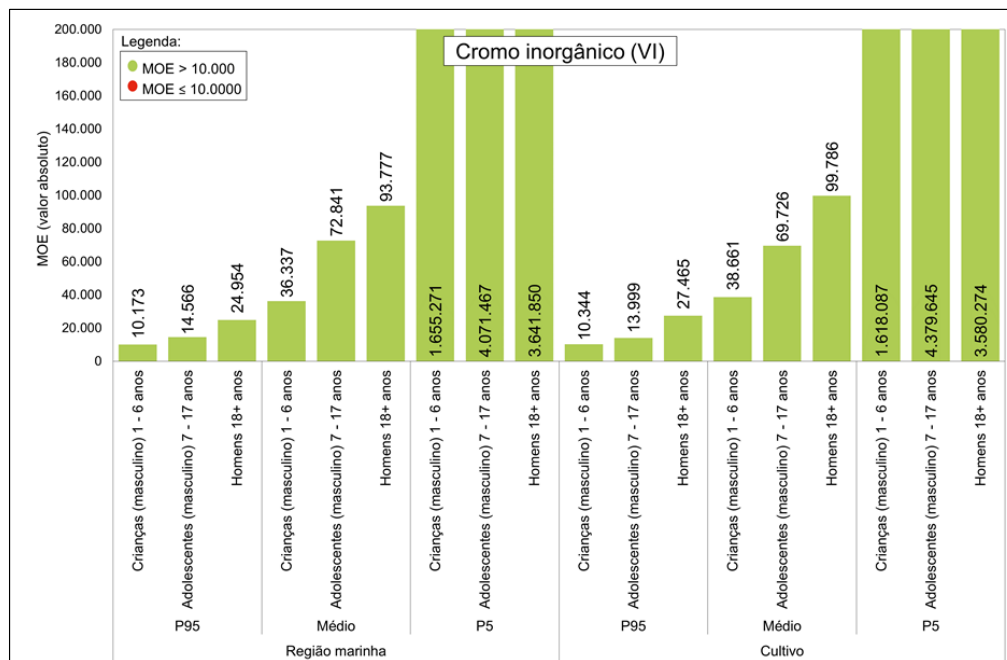


Figura 43. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo VI (efeito carcinogênico), entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo masculino, considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.



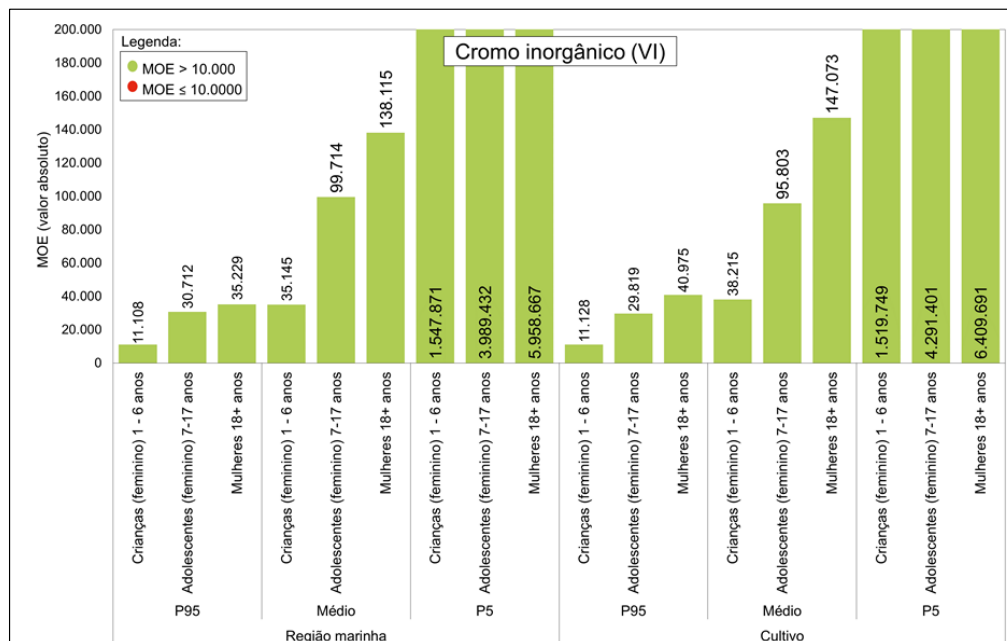


Figura 44. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo VI (efeito carcinogênico), entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos do sexo feminino, considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.

Para os efeitos carcinogênico e genotóxico os valores de MOE (ver Figura 43 e Figura 44) foram superiores a 10.000 tanto para os altos consumidores quanto para os consumidores dos valores médios, entre todas as regiões onde houve detecção da substância química, para toda as faixas etárias e sexos avaliados, o que indica baixa preocupação dos altos aos baixos consumidores.

5.2.5 Quociente de Perigo (HQ oral)

O quociente de perigo é a abordagem empregada pela EPA e ATSDR para avaliar se uma substância indica preocupação ou não, quando a dose de referência e o nível de risco mínimo para efeito crônico por via oral são empregados.

Esta abordagem foi empregada pela equipe de perícia porque os valores de orientação em saúde para prata, ácido monometilarsônico e bifenilas policloradas não semelhantes a dioxinas não foram encontrados nos bancos de dados das agências de área de alimentos, nutrição, água e saúde.

O quociente de perigo foi obtido a partir da razão entre a exposição (Tabela 48 a Tabela 63 e Tabela 72 a Tabela 79) e o valor de orientação em saúde (RfD e MRL) (Tabela 92). Conforme apresentado na Tabela 94, quando o HQ for maior ou igual a 1, significa que o valor da exposição é maior do que o valor orientador, logo o consumo do pescado indica preocupação em relação à substância investigada. Para resultados de HQ menores do que 1, a exposição é menor do que o valor orientador de saúde e, portanto, o consumo do pescado não indica preocupação em relação à substância investigada.

As substâncias químicas avaliadas pela abordagem do Quociente de Perigo (HQ) foram: prata, ácido monometilarsônico e bifenilas policloradas (PCB). Os resultados do HQ estão apresentados a seguir.



- Prata

A Figura 45 a seguir apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para os estratos etários (1 – 6 anos, 7 – 17 anos e 18+), de ambos os sexos, para todas as regiões avaliadas.

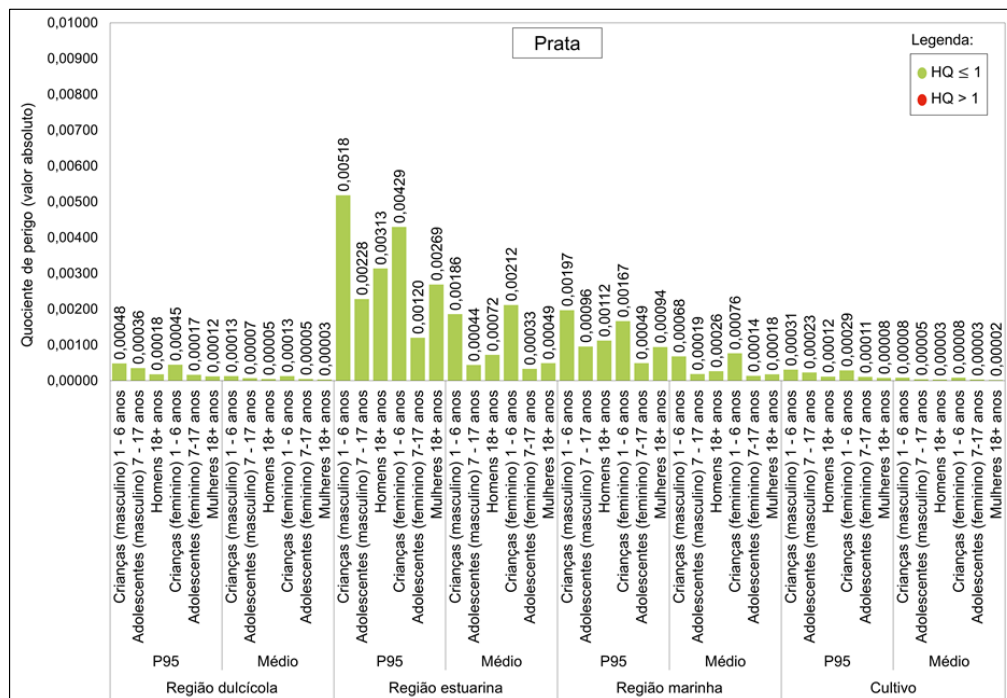


Figura 45. Estimativa do quociente de perigo (HQ) para prata entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos dos sexos masculino e feminino, considerando todas as regiões avaliadas.

Os resultados apresentados na Figura 45 indicam baixa preocupação em relação a prata presente no pescado, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todas as faixas etárias, sexos e regiões avaliadas.

- Ácido monometilarsônico

A Figura 46 a seguir apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para o ácido monometilarsônico, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para os estratos etários (1 – 6 anos, 7 – 17 anos e 18+), de ambos os sexos, para as regiões onde houve detecção desta substância química.



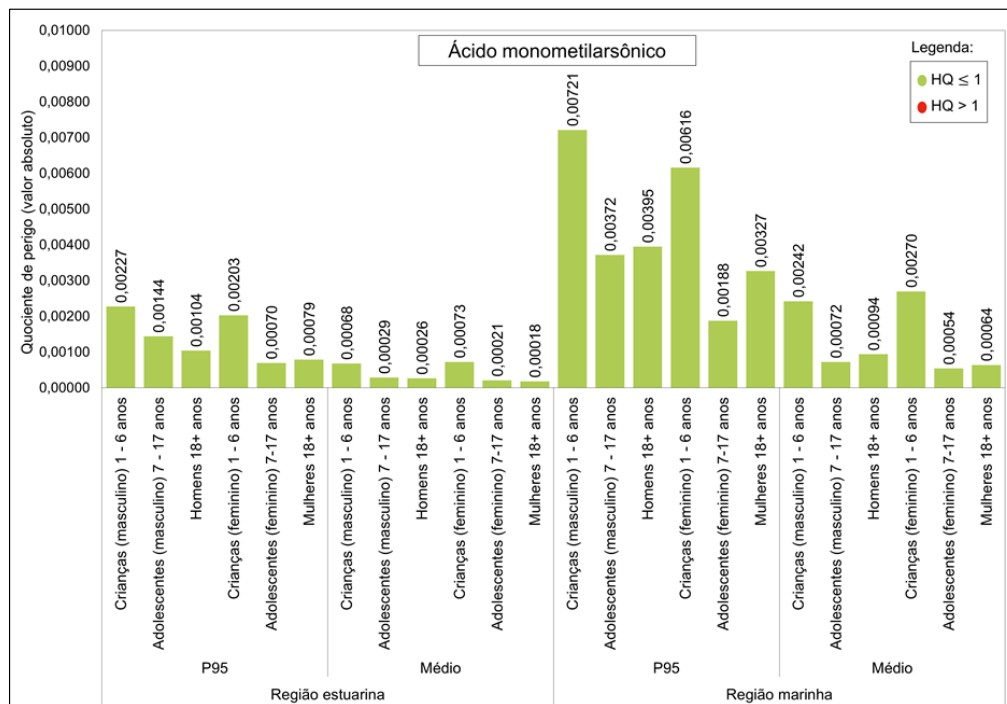


Figura 46. Estimativa do quociente de perigo (HQ) para ácido monometilarsônico entre os consumidores (P95 e médio) de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos dos sexos masculino e feminino, considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.

Os resultados apresentados na Figura 46 indicam baixa preocupação em relação ao ácido monometilarsônico presente no pescado, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todas as regiões, faixas etárias e sexos avaliados.

- Bifenilas policloradas (PCB)

Para as bifenilas policloradas (PCB) não semelhantes à dioxina total, o MRL (nível de risco mínimo) se aplica ao efeito não carcinogênico.

A Figura 47, a seguir, contém os resultados do HQ para bifenilas policloradas entre os altos consumidores e consumidores dos valores médios, de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, do sexo masculino, para todas as regiões avaliadas. A Figura 48, a seguir, apresenta os resultados do HQ para os altos consumidores e os consumidores dos valores médios, de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, do sexo feminino para todas as regiões avaliadas.



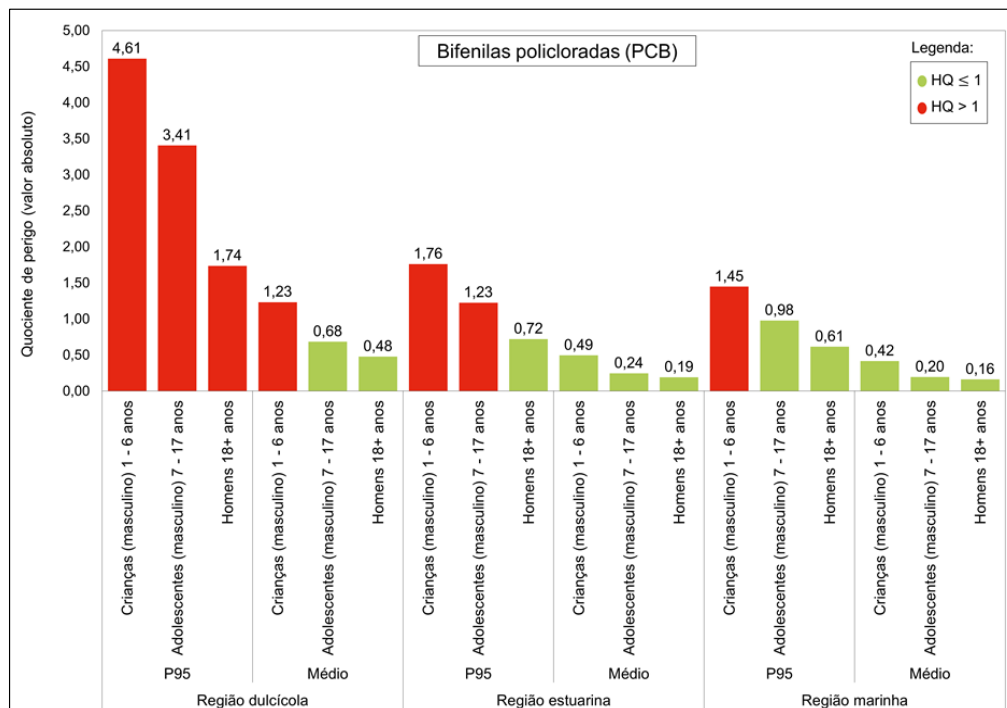


Figura 47. Estimativa do quociente de perigo (HQ) para bifenilas policloradas entre os consumidores (P95 e médio) de 1 - 6 anos, 7 - 17 anos e ≥ 18 anos do sexo masculino, considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.

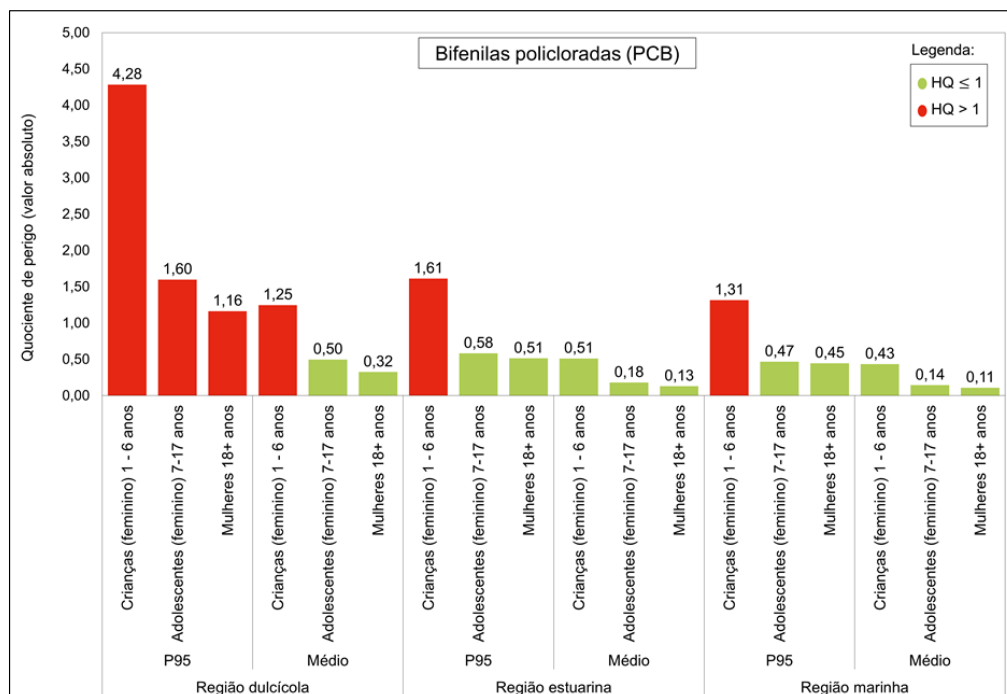


Figura 48. Estimativa do quociente de perigo (HQ) para bifenilas policloradas entre os consumidores (P95 e médio) de 1 - 6 anos, 7 - 17 anos e ≥ 18 anos do sexo feminino, considerando as regiões onde houve detecção desta substância química.



Os resultados apresentados acima (Figura 47 e Figura 48) indicam que o Quociente de Perigo (HQ) foi maior que 1 (barra em vermelho) para a população de altos consumidores, entre todas as faixas etárias e de ambos os sexos, para a região dulcícola.

Ao se verificar os consumidores dos valores médios, o HQ ainda é superior a 1 para crianças de 1 a 6 anos, de ambos os sexos, para a região dulcícola. Portanto, o HQ também foi calculado para os baixos consumidores (P5).

Para o cálculo da exposição dos baixos consumidores (P5), a equipe de perícia utilizou os valores de consumo e peso apresentados no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258) e as médias de concentração apresentadas no item 3.2.1.

Para os baixos consumidores, os resultados do Quociente de Perigo (HQ) foram inferiores a 1 para todas as faixas etárias, de ambos os sexos, para a região dulcícola, indicando baixa preocupação em relação aos PCBs não semelhantes a dioxinas totais presente no pescado, nesta região.

Para o pescado coletado das regiões estuarina e marinha o Quociente de Perigo (HQ) foi maior que 1 (barra em vermelho) para a população de altos consumidores crianças (faixa etária de 1 a 6 anos), de ambos os sexos. Especificamente para a região estuarina, o HQ foi maior do que 1 (barra em vermelho) para a população de altos consumidores homens, de 7 – 17 anos.

Porém, quando os consumidores dos valores médios foram avaliados, para as regiões estuarina e marinha, os resultados do Quociente de Perigo (HQ) foram inferiores a 1 para todas as faixas etárias, de ambos os sexos, indicando baixa preocupação em relação aos PCBs não semelhantes a dioxinas totais presente no pescado destas regiões, para os consumidores dos valores médios e baixos consumidores.

Na Tabela 92 os valores de orientação baseados em saúde encontrados pela equipe de perícia para os PCB foram apresentados. Um dos valores (*slope* da curva) foi estabelecido para efeitos carcinogênicos pela EPA. No entanto, estudos que avaliem o efeito carcinogênico das bifenilas policloradas (PCB) não semelhantes a dioxina isoladamente são escassos, e a maioria dos estudos se concentram no produto comercial Aroclor® (que contém misturas de PCB semelhantes a dioxina e não semelhantes a dioxina), ou em PCB semelhantes a dioxina especificamente (EFSA, 2005a). Tendo em vista a ausência de informações que permitam concluir com 100% de certeza que os efeitos carcinogênicos possam ser causados pelos PCBs não semelhantes a dioxina, e que o dado da EPA para avaliação do efeito carcinogênico dos PCBs foi obtido a partir de ensaios com o produto Aroclor®, a equipe de perícia entende que não é possível realizar a avaliação do efeito carcinogênico dos PCBs não semelhantes a dioxina totais.

5.3 Substâncias sem dados para caracterização de risco

Não foi possível caracterizar o risco para arsenobetaína, enxofre, nitrogênio, silício e tálio, pelo fato de que estas substâncias não possuem valores de orientação baseado em saúde e nem *endpoints* toxicológicos confiáveis, conforme explicado anteriormente no item 4.2 deste documento. Contudo, considerando que tais substâncias estão presentes em 25%, 99,9%, 100%, 85,6% e 61,6% das amostras (considerando o somatório da % de amostras quantificadas e detectadas para cada substância química, respectivamente), a equipe de perícia optou por realizar uma breve inferência sobre a exposição à essas substâncias utilizando outros dados de comparação.



A equipe de perícia ressalta que a ausência de valores de orientação baseado em saúde e *endpoints* toxicológicos confiáveis não significa necessariamente que as substâncias sejam 100% seguras para serem consumidas, e sim que os dados não existem, e, portanto, não é possível concluir pela segurança.

Nos casos em que a *European Food Safety Authority (EFSA)* não possui valores para derivar a segurança para alguma substância química, a agência compara os dados de exposição real com estudos epidemiológicos e, a partir dessa inferência, emite pareceres considerando a exposição.

Esse tipo de inferência foi realizada pela EFSA em relação ao silício. Conforme a EFSA (2004), considerando que a ingestão dietética típica para os europeus é de 20 – 50 mg de silício/dia, o que corresponde a 0,3 – 0,8 mg/kg peso corporal/dia em uma pessoa de 60 kg, é improvável que essas ingestões causem efeitos adversos.

Portanto as exposições ao silício decorrente do consumo de pescado para as os altos consumidores (P95), para as três faixas etárias avaliadas pela equipe de perícia, foram comparadas com a informações reportadas pela EFSA. Para a comparação dos resultados a faixa reportada pela EFSA expressa em mg/kg p.c. por dia foram ajustadas para mg/dia, considerando o peso médio de cada estrato etário avaliado (Tabela 39). Os dados referentes a essa comparação estão apresentados na Tabela 95 a seguir.

| Idade (anos) | Exposição ao Silício (mg/dia) | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|------|------------------|------|----------------|------|---------|------|--|
| | Estudo da perícia | | | | | | | | Europeus (faixa de ingestão dietética) |
| | Região Dulcícola | | Região Estuarina | | Região Marinha | | Cultivo | | |
| | M | F | M | F | M | F | M | F | |
| 1 – 6 | 1,16 | 1,07 | 0,18 | 0,16 | 0,85 | 0,71 | 0,25 | 0,23 | 5,16 – 13,76 |
| 7 – 17 | 2,32 | 1,07 | 0,31 | 0,15 | 1,17 | 0,58 | 0,50 | 0,09 | 13,83 – 36,9 |
| ≥ 18 | 1,94 | 1,16 | 0,35 | 0,23 | 2,08 | 1,54 | 0,42 | 0,25 | 21,8 – 58,2 |

Tabela 95. Comparativo entre a exposição ao silício verificado pela equipe de perícia e dados da EFSA (EFSA, 2004).

Os resultados apresentados na Tabela 95 acima indicam que a exposição ao silício é menor do que a ingestão dietética típica para os europeus, considerando todos os limites inferiores aplicados a cada faixa de ingestão, para todas as idades avaliadas. A equipe de perícia informa que, de acordo com os valores apresentados acima, é improvável que as exposições decorrentes do consumo de pescado, oriundo de todas as regiões avaliadas, causem efeitos adversos a saúde de seus consumidores de todas as faixas etárias e ambos os sexos.

Em relação ao tálio, conforme reportado na Tabela 48 a Tabela 55, os valores de exposição (ug/kg p.c. dia⁻¹) foram na ordem de grandeza de 10⁻² a 10⁻⁵, considerando o pescado oriundo de todas as regiões avaliadas, para todas as faixas etárias e ambos os sexos. A equipe de perícia informa que, não foram encontradas informações sobre a exposição ao tálio e a sua relação com efeitos adversos à saúde das populações em banco de dados oficiais.

No que tange ao nitrogênio e enxofre, a equipe de perícia salienta que embora estas substâncias tenham sido classificadas como elementos essenciais, ambos não são essenciais per si, uma vez que as necessidades do organismo humano são atendidas através do metabolismo de aminoácidos e proteínas obtidos a partir da dieta (COT, 2003).

Para a inferência sobre a exposição ao nitrogênio, uma vez que a sua principal fonte são aminoácidos e proteínas, a equipe de perícia optou por transformar a concentração média de nitrogênio total em proteínas, conforme preconizado na IN nº 75/2020 da ANVISA. Quando a determinação de proteína for estabelecida por meio da quantificação de nitrogênio total pelo método Kjeldahl, a seguinte fórmula deve ser aplicada:



Proteína = conteúdo total de nitrogênio x fator

O fator aplicado varia com a origem da proteína, para a avaliação do pescado foi utilizado o fator de 6,25, de acordo com a IN nº 75/2020 da ANVISA. Após a conversão, o valor obtido foi multiplicado pelo consumo dos altos consumidores de pescado (Tabela 38) por faixa etária (1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos), a fim de que a exposição pudesse ser quantificada. Os valores de exposição foram comparados com a Ingestão Dietética Recomendada (RDA) para proteína por faixa etária e estão apresentados na Tabela 96 a seguir.

| Idade (anos) | Exposição à proteína (g/dia) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------|------|------------------|------|----------------|------|---------|------|--------------|---------|
| | Estudo da perícia | | | | | | | | RDA (g/dia)* | |
| | Região Dulcícola | | Região Estuarina | | Região marinha | | Cultivo | | | |
| | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F |
| 1 – 6 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 13 - 19 | 13 - 19 |
| 7 – 17 | 0,12 | 0,06 | 0,13 | 0,06 | 0,13 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 19- 52 | 19- 36 |
| ≥ 18 | 0,10 | 0,06 | 0,12 | 0,08 | 0,13 | 0,08 | 0,10 | 0,06 | 52- 56 | 46 |

Tabela 96. Comparativo entre a exposição a proteína verificada pela perícia e IDR (Ingestão dietética recomenda) de proteína por faixa e etária, os extremos da faixa se referem aos valores que englobam a faixa etária apresentada pela perícia. * = (NASEM, 2011)

Conforme o apresentado na Tabela 96 acima, todos os valores de exposição à proteína por meio do consumo de pescado coletado de todas as regiões avaliadas são menores do que a Ingestão dietética recomenda RDA. Neste sentido, a equipe de perícia informa que não são esperados efeitos tóxicos decorrente da presença de proteína no pescado.

Considerando o enxofre elementar, a sua absorção é pobre em humanos e em outros monogástricos (COT, 2003).

Relatos de casos sugerem que a ingestão de várias centenas de gramas de enxofre elementar está associada a sintomas como dor torácica, letargia, confusão e, em particular, acidose metabólica. Poucos dados estão disponíveis sobre a ingestão dietética de enxofre (COT, 2003). Conforme estimado pelo *Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products, and the Environment* (COT) do Reino Unido, a dieta humana contém, aproximadamente, 1 % de enxofre e adultos consomem 1 kg de alimento/dia. Isto representaria uma ingestão de enxofre de 10 g ou 143 mg/kg pc, para um adulto de 70 kg. No entanto, esta ingestão consistiria em grande parte de enxofre contido em aminoácidos e outros componentes alimentares (COT, 2003).

Considerando a dieta do brasileiro, a equipe de perícia levantou que, conforme Avegliano; Maihara; Silva (2015) a quantidade de alimento que seria computada para uma avaliação de dieta total é de 1.617,97 g. Logo, se 1 kg de dieta (somatório de todos os alimentos consumidos por dia) contém 10 g de enxofre, então 1,6 kg contém 16 g/dia. Se 16 g/dia equivalem a 100 % da dieta, logo 0,92 % (porcentagem de participação do peixe na dieta) equivale a 2,10 mg de enxofre/kg p.c. para um adulto de 70 kg.

Como Avegliano; Maihara; Silva (2015) utilizaram o consumo per capita para estimar a dieta de um brasileiro adulto e a porcentagem de peixe que consumido em relação a um estudo de dieta total para a população brasileira, especificamente para o enxofre a equipe de perícia utilizou o consumo per capita de peixe para o cálculo de exposição.



O consumo per capita foi calculado considerando a quantidade total de peixe consumido em gramas para adultos consumidores de peixe, com idade superior ou igual a 18 anos do sexo masculino (4.576,9 g) e feminino (2951,6 g), dividido pelo número total de participantes na pesquisa (n = 249 homens e 257 mulheres). O consumo per capita gerado a partir dos dados desta perícia para os adultos (≥ 18 anos) do sexo masculino e feminino e foram iguais a 18,38 g/dia e 11,48 g/dia, respectivamente. O valor da exposição foi obtido multiplicando-se a concentração média de enxofre, obtida para o pescado coletado de cada uma das regiões investigadas, pelo consumo per capita.

O valor médio da concentração de enxofre nas amostras provenientes do rio Doce, estuário, região marinha e cultivo foram 2271,2; 2420,0; 2702,1 e 2002,3 mg/kg, respectivamente.

A Tabela 97 apresenta o resultado da exposição ao enxofre para adultos (≥ 18 anos), de ambos os sexos, para todas as regiões avaliadas, bem como a comparação entre a exposição ao enxofre verificada pela equipe de perícia e a quantidade teórica de enxofre esperada decorrente da ingestão de peixe, considerando um estudo de dieta total para a população adulta brasileira.

| Idade (anos) | Exposição ao enxofre (g/ dia) | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------|-------|------------------|-------|----------------|-------|---------|-------|--|
| | Estudo da perícia | | | | | | | | Quantidade teórica de enxofre (g/ dia) |
| | Região dulcícola | | Região Estuarina | | Região marinha | | Cultivo | | |
| M | F | M | F | M | F | M | F | | |
| ≥ 18 anos | 0,042 | 0,026 | 0,045 | 0,028 | 0,050 | 0,031 | 0,037 | 0,023 | 0,147 |

Tabela 97. Comparativo entre a exposição ao enxofre verificada pela perícia e a quantidade teórica de enxofre esperada decorrente da ingestão de peixe, considerando um estudo de dieta total para a população adulta do Brasil.

A partir dos dados gerados, tem-se a quantidade teórica de enxofre que seria consumida pela ingestão de peixe, considerando um estudo de dieta total, é de 3,5 a 5,5 vezes maior do que à média da exposição gerada a partir de todas as regiões de onde o pescado foi coletado para homem e mulher, respectivamente.

A equipe de perícia salienta que a mesma inferência não pôde ser realizada para as demais faixas etárias avaliadas porque a referência utilizada como base por Avegliano; Maihara; Silva (2015) foi a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para avaliação do consumo individual de alimentos a POF considera apenas indivíduos com idade igual ou maior do que 10 anos.

A análise de arsenobetaína foi executada com o intuito de esclarecer a contribuição da arsenobetaína para as concentrações de arsênio total, principalmente aquelas encontradas no ambiente marinho. A equipe de perícia destaca que, conforme a *European Food Safety Authority* – EFSA (2009) a arsenobetaína é um composto de baixa preocupação toxicológica, sendo a principal espécie de arsênio encontrada em peixes e na maioria dos frutos do mar (EFSA, 2009b).

5.4 Resumo dos resultados – avaliação da segurança do pescado

A equipe de perícia realizou a avaliação da segurança do pescado a partir da quantificação da exposição às 59 substâncias químicas investigadas, considerando o consumo de pescado oriundo da área de interesse (regiões dulcícola, estuarina, marinha e de cultivo).



Para 16 entre o total de 59 substâncias químicas investigadas não foram constatadas detecções em nenhuma das amostras analisadas (ácido dimetilarsínico, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, diclorometano, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós). Deste modo, a segurança não foi avaliada para estas substâncias.

Especificamente para arsenobetaina, enxofre, nitrogênio, silício e tálio, a equipe de perícia utilizou uma abordagem alternativa, em função de não existirem valores de orientação baseados em saúde para estes compostos. O resultado da avaliação da segurança do alimento (pescado) para estas substâncias químicas está apresentado no item 5.3 deste documento.

A equipe de perícia ressalta que a inexistência de valores de orientação baseados em saúde não significa, necessariamente, que a substância em questão seja inofensiva, e sim que os estudos científicos sobre o tema são escassos, inexistentes ou sem qualidade suficiente para que o *endpoint* toxicológico e valores de orientação em saúde sejam derivados. Todavia, a ciência é dinâmica e está em constante evolução. Desta forma, a equipe de perícia considera que os resultados de exposição possam e devam ser retomados a partir dos dados de concentrações e caracterização da população aqui apresentados, caso novos estudos sejam publicados.

Para as demais substâncias, a segurança foi avaliada em relação ao consumo de pescado oriundo da área de interesse. As substâncias que indicam preocupação a saúde são: arsênio inorgânico (III+V), bifenilas policloradas (PCB) não semelhantes a dioxina totais, mercúrio e metilmercúrio.

Com base nos resultados de consumo apresentados no item 3.2.2, um alto consumidor de pescado é aquele indivíduo (de ambos os sexos e entre todas as faixas etárias) que consome aproximadamente 50 g/dia de peixe – o que equivale a 1,5 kg/mês, ou a 1 filé de 120 g três vezes (3X) por semana, exceto para a faixa etária de 7 a 17 e maiores de 18 anos do sexo masculino, cuja quantidade diária é de aproximadamente o dobro dos demais estratos, equivalendo a 3,0 kg/mês ou a 1 filé de 100 g todos os dias – e de aproximadamente 6 a 30 g/dia de crustáceos (entre todas as faixas etárias e sexos avaliados) – o que equivale de 180 g/mês a 850 g/mês de crustáceos, ou a cerca de 1¼ colheres de servir a 6 colheres de servir (35g) de camarão/semana.

Os consumidores representados pelos valores médios de consumo de pescado são aqueles indivíduos que consomem aproximadamente de 14 – 24 g/dia de peixe, e de 1,5 – 6,5 g/dia de crustáceos. Tais valores equivalem a cerca de 420 – 720 g/mês de peixe e a 45 – 200 g/mês de crustáceos, ou seja, de 3 ½ filés e meio a 6 filés de 120 g de peixe/mês, e de aproximadamente 1 ¼ colheres de servir a 6 colheres de servir (35g) de camarão/mês.

Os baixos consumidores (P5) de pescado são aqueles indivíduos que consomem cerca de 0,33 a 0,66 g/dia de peixe – o que equivale a, aproximadamente, de 10 g a 20 g de peixe/mês ou de 1 a 2 filés de peixe de 120 g/ano – e que consomem de 0,05 a 0,1 g/dia de crustáceos, o que equivale de 1,5 a 3 g de crustáceos/mês ou de ½ (meio) a 1 camarão grande (30g) /ano.

A equipe de perícia salienta que o consumo do pescado só pode ser considerado seguro se os resultados para todas as substâncias indicarem baixa preocupação à saúde para o tipo de consumidor avaliado (alto consumidor, consumidor do valor médio e baixos consumidores). Havendo ao menos uma substância que indique preocupação para um determinado tipo de consumidor, o pescado não deverá ser consumido.

A Tabela 98, a Tabela 99 e a Tabela 100, a seguir, apresentam um resumo das substâncias que indicam preocupação à saúde em relação a sua presença no pescado, considerando cada região avaliada, estratos etários e sexo. As células das tabelas ressaltadas na cor verde indicam baixa preocupação a saúde (o que equivale a um risco desprezível para aquelas substâncias avaliadas por meio do MOE), enquanto a cor amarela indica baixo risco e a cor vermelha indica que devido a extrapolação do valor orientador, o risco é alto.



| Substância | Resultados da avaliação da segurança do pescado para altos consumidores (P95) por região amostrada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|---|-------------|---|-----------|---|------------------|---|-------------|---|-----------|---|----------------|---|-------------|---|-----------|---|-------------------|---|----------|---|--------|---|--|--|
| | Região dulcícola | | | | | | Região estuarina | | | | | | Região marinha | | | | | | Região de cultivo | | | | | | | |
| | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 anos | | 7 – 17 anos | | ≥ 18 anos | | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | | |
| | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | | |
| Arsênio inorgânico (III+V) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB (Efeito NCG) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mercurio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metilmercúrio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 98. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em pescado, apresentado por regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 a 17 anos, +18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores de pescado.

| Substância | Resultados da avaliação da segurança do pescado para o consumo médio entre os consumidores por região amostrada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|----------|---|--------|---|------------------|---|----------|---|--------|---|----------------|---|----------|---|--------|---|-------------------|---|----------|---|--------|---|--|--|
| | Região dulcícola | | | | | | Região estuarina | | | | | | Região marinha | | | | | | Região de cultivo | | | | | | | |
| | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | | |
| | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | | |
| Arsênio inorgânico (III+V) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB (Efeito NCG) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mercurio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metilmercúrio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 99. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em pescado, apresentado por regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 a 17 anos, +18 anos, de ambos os sexos, considerando os consumidores dos valores médios de pescado.

| Substância | Resultados da avaliação da segurança do pescado para baixos consumidores (P5) por região amostrada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|---|----------|---|--------|---|------------------|---|----------|---|--------|---|----------------|---|----------|---|--------|---|-------------------|---|----------|---|--------|---|--|--|
| | Região dulcícola | | | | | | Região estuarina | | | | | | Região marinha | | | | | | Região de cultivo | | | | | | | |
| | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | 1 – 6 a | | 7 – 17 a | | ≥ 18 a | | | |
| | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | | |
| Arsênio inorgânico (III+V) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB (Efeito NCG) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mercurio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metilmercúrio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 100. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em pescado, apresentado por regiões dulcícola, estuarina, marinha e cultivos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 a 17 anos, +18 anos, de ambos os sexos, considerando os baixos consumidores de pescado.



Considerando o apresentado nas tabelas acima, pode-se concluir em relação a segurança do pescado:

Para altos consumidores:

- 1 a 6 anos: Pescado oriundo das regiões dulcícola, estuarina e marinha indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos. A equipe de perícia salienta que crianças são mais susceptíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Pescado oriundo das regiões dulcícola e marinha indica preocupação para os consumidores do sexo feminino, enquanto o pescado coletado nas regiões dulcícola, estuarina e marinha indica preocupação para o sexo masculino;
- ≥ 18 anos: Pescado coletado das regiões dulcícola e marinha indica preocupação para os consumidores do sexo masculino, pescado coletado da região dulcícola indica preocupação para o sexo feminino, e pescado oriundo da região estuarina e cultivo não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos.

Para consumidores dos valores médios de pescado:

- 1 a 6 anos: Pescado oriundo da região dulcícola indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos. A equipe de perícia salienta que crianças são mais susceptíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Pescado oriundo de todas as regiões avaliadas indica baixa preocupação para os consumidores de ambos os sexos;
- ≥ 18 anos: Pescado oriundo de todas as regiões avaliadas indica baixa preocupação para os consumidores de ambos os sexos;

Para baixos consumidores de pescado:

- 1 a 6 anos: Pescado oriundo de todas as regiões avaliadas indica baixa preocupação para os consumidores de ambos os sexos;
- 7 a 17 anos: Pescado oriundo de todas as regiões avaliadas indica baixa preocupação para os consumidores de ambos os sexos;
- ≥ 18 anos: Pescado oriundo de todas as regiões avaliadas indica baixa preocupação para os consumidores de ambos os sexos.



6. Resumo das conclusões e considerações sobre os resultados da avaliação da segurança do pescado

A equipe de perícia apresenta a seguir um resumo dos principais resultados da avaliação da segurança do pescado e considerações sobre os mesmos.

É importante ressaltar que a avaliação da segurança do pescado pôde ser concluída para todos os ambientes (dulcícola, estuarino, marinho e áreas de cultivo), considerando as substâncias químicas dos Tipos 1, 2, 3 e 4, conforme apresentado no item 2 deste documento.

6.1 Resumo das substâncias químicas que apresentaram risco

A seguir, são apresentadas, por Tipo, as substâncias químicas **para as quais foi indicado risco em relação ao seu consumo**, considerando as regiões avaliadas, as faixas etárias e o sexo da população em questão:

- **Mercúrio** (Substância química do Tipo 1)
 - Nível de consumo, regiões e populações com risco:
 - Altos consumidores, na região marinha, faixas etárias de 1 a 6 anos (masculino e feminino).
- **Metilmercúrio** (Substância química do Tipo 2)
 - Nível de consumo, regiões e populações com risco:
 - Altos consumidores na região dulcícola, faixa etária de 1 a 6 anos (masculino e feminino);
 - Altos consumidores na região estuarina, faixas etárias de 1 a 6 anos (masculino e feminino) e de 7 a 17 anos (masculino);
 - Altos consumidores na região marinha, faixas etárias de 1 a 6 anos (masculino e feminino), 7 a 17 anos (masculino e feminino) e acima de 18 anos (masculino);
- **Arsênio inorgânico (III+V)** (Substância química do Tipo 2)
 - Nível de consumo, regiões e populações com risco:
 - Altos consumidores na região marinha, faixa etária de 1 a 6 anos (masculino e feminino), apresentando risco muito baixo, mas não desprezível.
- **PCB (bifenilas policloradas)** (Substâncias químicas do Tipo 4)
 - Nível de consumo, regiões e populações com risco:
 - Altos consumidores na região dulcícola, todas as faixas etárias (masculino e feminino);
 - Altos consumidores na região estuarina, faixas etárias de 1 a 6 anos (masculino e feminino) e de 7 a 17 anos (feminino);
 - Altos consumidores na região marinha, faixa etária de 1 a 6 anos (masculino e feminino);
 - Para os consumidores dos valores médios na região dulcícola, faixa etária de 1 a 6 anos (masculino e feminino).



6.2 Considerações da equipe de perícia sobre os resultados da avaliação da segurança do pescado

O presente documento foi desenvolvido de forma técnica, e pautado em metodologias científicas nacionais e internacionais reconhecidas e amplamente utilizadas em estudos desta natureza para responder especificamente sobre a segurança do pescado.

Os resultados sobre a segurança do alimento apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à avaliação do pescado, se tratando, portanto, de uma análise parcial sobre a avaliação da Segurança do Alimento, que será complementada quando da emissão do laudo de segurança do alimento contendo os demais produtos agropecuários.

O emprego dos resultados apresentados neste documento para avaliações distintas do escopo desta perícia (segurança do alimento) ou de estudos semelhantes a este, como por exemplo avaliação de risco a saúde humana, deve ser evitado.

A avaliação da Segurança do Alimento Pescado, executada pela equipe de perícia, está alicerçada nas bases da Avaliação de Risco, a qual se constitui em um processo sistemático e cientificamente embasado, cujas principais etapas são a identificação e caracterização do perigo, a avaliação da exposição ao perigo e a caracterização dos riscos.

A avaliação do risco se baseia em um delineamento analítico de toxicidade e exposição, não retratando um estudo definitivo ou determinístico em função da possível mudança constante dos fatores mencionados.

A segurança de um determinado alimento é avaliada em função da concentração de cada substância química verificada no alimento e da ingestão deste alimento (exposição).

Especificamente sobre o pescado, a concentração das substâncias químicas presentes não está distribuída uniformemente entre todos os tecidos. Portanto, as concentrações encontradas nas partes comestíveis podem ser diferentes daquelas encontradas nas partes não comestíveis do pescado. A equipe de perícia analisou e apresentou suas conclusões considerando as partes comestíveis do pescado.

Por se tratar de organismos vivos, a literatura técnica descreve situações em que, por fatores diversos, foi verificada a possibilidade de que um contaminante em maior concentração em um tecido não comestível, seja redistribuído para a parte comestível de um alimento (ou vice e versa). Nestes casos, a exposição pode ser aumentada/ou diminuída e, conseqüentemente, o resultado da comparação com valor orientador alterada.

Da mesma forma, fatores externos (como eventos de cheia ou fortes chuvas, por exemplo) podem remobilizar substâncias tóxicas do meio e, conseqüentemente, aumentar ou reduzir a exposição do pescado a contaminantes que possam estar presentes, alterando as concentrações avaliadas num dado momento.

Devido a condição dinâmica das concentrações das substâncias químicas presentes no pescado, a equipe de perícia destaca a importância do monitoramento periódico das concentrações das substâncias químicas no pescado.

Não obstante às considerações acima, a equipe de perícia ressalta que considera os dados obtidos pela coleta, amostragem e análise das substâncias químicas presentes no pescado como representativos das concentrações para as respectivas regiões amostradas (dulcícola, estuarina, marinha e áreas de cultivo), no período de realização da coleta e para as condições hidrológicas e meteorológicas então vigentes.



A equipe de perícia salienta que os resultados referentes a eventuais extrapolações dos valores de orientação não significam, necessariamente, que danos à saúde serão observados, mas são importante balizadores para a adoção de que medidas de gerenciamento de riscos, bem como eventuais ações de vigilância em saúde e estratégias de controle dos riscos identificados, além de estudos específicos, como por exemplo a avaliação toxicológica à saúde humana (monitoramento biológico).

As eventuais excedências dos valores de orientação para determinadas substâncias químicas não indicam necessariamente um limiar para o início da observação de toxicidade. No entanto, quanto mais frequentemente esses níveis são excedidos e quanto maior a excedência, maior a probabilidade de ocorrência de alguma manifestação tóxica.

Este trabalho de perícia representa o primeiro estudo completo de Segurança do Alimento (Pescado) na área atingida pelo rompimento da barragem de Fundão. A equipe de perícia recomenda que campanhas de amostragem específicas sejam realizadas com base nos resultados obtidos neste trabalho.

Os resultados gerados por meio desta avaliação foram apresentados de forma que possam ser gerenciados e comunicados pelos entes responsáveis seguindo as premissas vinculadas a análise de risco, da qual a avaliação de risco faz parte.

A equipe de perícia considera recomendável uma comunicação assertiva e pautada em saúde, permitindo o esclarecimento aos consumidores sobre os potenciais problemas que podem ser ocasionados tanto pelo excesso de consumo de pescado, quanto pela falta do consumo de pescado.

Neste sentido, a equipe de perícia entende que eventuais comunicações sobre o gerenciamento e a comunicação do risco realizada pelos entes responsáveis para as comunidades e populações abrangidas podem ser mais efetivas à medida que consigam (i) integrar os atores das diferentes áreas envolvidas (saúde, sociologia, educação, direito, comunicação – rádio, TV, mídia social, etc.); (ii) mitigar a complexidade do processo de comunicação dos riscos, a fim de promover estabilidade da população, aliada ao controle do risco, proteção e promoção da saúde; (iii) comunicar dados iminentemente técnicos em linguagem acessível, como por exemplo utilizando ilustrações, gráficos e cartilhas para audiências leigas.



7. Nexo de causalidade

Conforme definido na decisão judicial (ID 162081357), a avaliação da segurança do pescado consumido no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a sua foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, deve ser realizada em face ao rompimento da barragem de Fundão. Desta forma, para as substâncias químicas que apresentaram os seus valores de segurança do pescado comprometidos, a equipe de perícia realizou a avaliação do nexos de causalidade entre o evento de rompimento da barragem de Fundão e o comprometimento da segurança do pescado com relação a estas substâncias químicas.

Em linhas gerais, a análise do nexos de causalidade foi pautada na comparação entre as concentrações das substâncias químicas do pescado (peixes e crustáceos) coletados na área de interesse e nas áreas controle.

Os critérios de seleção das áreas controle foram previamente apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no Relatório nº 6 – Resposta à decisão judicial ID 605015852 (ID 685275970).

As localizações dos pontos de coleta das áreas controle estão demonstradas na Figura 1, na Figura 2 e na Figura 3, apresentadas no item 3.1.1 deste documento. Os resultados das concentrações observadas em cada região da área de interesse e nas áreas controle estão apresentados no item 3.2.1 deste documento.

As estratégias e critérios adotados para a avaliação do nexos de causalidade estão apresentadas a seguir.

7.1 Critérios e premissas adotados para avaliação do nexos de causalidade

Para avaliar o nexos de causalidade a equipe de perícia considerou os seguintes critérios e premissas:

- O nexos de causalidade não foi avaliado para as substâncias químicas não detectadas em nenhuma amostra analisada;
- O nexos de causalidade não foi avaliado para as substâncias químicas cuja avaliação de segurança do pescado resultou na conclusão de que o pescado foi considerado seguro;
- O nexos de causalidade não foi avaliado para as substâncias químicas cuja segurança não pôde ser avaliada;
- O nexos de causalidade foi avaliado para as substâncias químicas cuja avaliação de segurança do pescado resultou na conclusão de que o pescado não foi considerado seguro para consumo;
- O nexos de causalidade foi avaliado considerando os grupos de peixes e de crustáceos;
- As amostras de pescado foram agrupadas em quatro regiões: dulcícola, estuarina, marinha e cultivos, conforme apresentado no item 3.1.1.1 deste documento;
- Os resultados das concentrações verificadas nos alimentos oriundos da área de interesse foram comparados com aqueles obtidos a partir dos alimentos coletados de áreas controle;
- Para os casos em que os resultados indicaram não haver diferença significativa, aferida sempre que possível de forma estatística, entre as concentrações médias da área de interesse e da área controle, a equipe de perícia concluiu pela inexistência do nexos de causalidade;
- Nos casos em que os resultados demonstraram haver diferença significativa, aferida sempre que possível de forma estatística, entre as concentrações médias da área de interesse e da área controle, a equipe de perícia verificou na sequência se a substância era classificada como não essencial ou como essencial (nutriente), e qual era o perfil da diferença entre os resultados comparados;



- Dois perfis de diferença foram avaliados:
- Perfil 1 – se a concentração média da substância química no pescado oriundo da área de interesse era maior do que a concentração média da substância química no pescado proveniente da área controle;
- Perfil 2 – se a concentração média da substância química no pescado oriundo da área de interesse era menor do que a concentração média da substância química no pescado proveniente da área controle;
- Para as substâncias químicas não essenciais:
- Quando a equipe de perícia observou a ocorrência do perfil 1 (concentração média da substância química no pescado oriundo da área de interesse maior que a concentração média da substância química no pescado proveniente da área controle), foi possível concluir pela existência do nexo de causalidade;
- Quando a equipe de perícia observou a ocorrência do perfil 2 (concentração média da substância química no pescado oriundo da área de interesse menor que a concentração média da substância química no pescado proveniente da área controle) ou quando não foi observada diferença significativa entre as concentrações médias da substância química entre as áreas de interesse e controle, foi possível concluir pela inexistência do nexo de causalidade;
- Para as substâncias químicas essenciais (nutrientes), a equipe de perícia verificou se estas possuíam recomendação de ingestão, por meio da ingestão diária recomendada ou ingestão adequada;
- Quando as substâncias químicas essenciais (nutrientes) avaliadas não possuíam valores de ingestão recomendados ou adequados, essas foram avaliadas da mesma forma que as substâncias químicas não essenciais descritas acima;
- Para as substâncias químicas essenciais (nutrientes) que possuem recomendação de ingestão, a avaliação do nexo de causalidade considerou a possível contribuição do rompimento da barragem de Fundão tanto na ocorrência de aumento da concentração média da substância química, quanto na diminuição da concentração média da substância química no alimento;
- Quando a equipe de perícia não observou diferenças significativas entre as concentrações médias da substância química entre as áreas de interesse e controle, foi possível concluir pela inexistência do nexo de causalidade;
- Quando a equipe de perícia observou a ocorrência do perfil 1 (concentração média da substância química no pescado oriundo da área de interesse maior que a concentração média da substância química no pescado proveniente da área controle), foi possível concluir pela existência do nexo de causalidade;
- Quando a equipe de perícia observou a ocorrência do perfil 2 (concentração média da substância química no pescado oriundo da área de interesse menor que a concentração média da substância química no pescado proveniente da área controle), foi possível concluir pela existência do nexo de causalidade. A equipe de perícia destaca que para estes casos, mais estudos podem ser necessários a fim de compreender o efeito do rompimento sobre a potencial deficiência de nutrientes nos alimentos.

A Figura 49 e a Figura 50 apresentam esquemas ilustrativos da estratégia aplicada pela equipe de perícia para a determinação do nexo de causalidade.



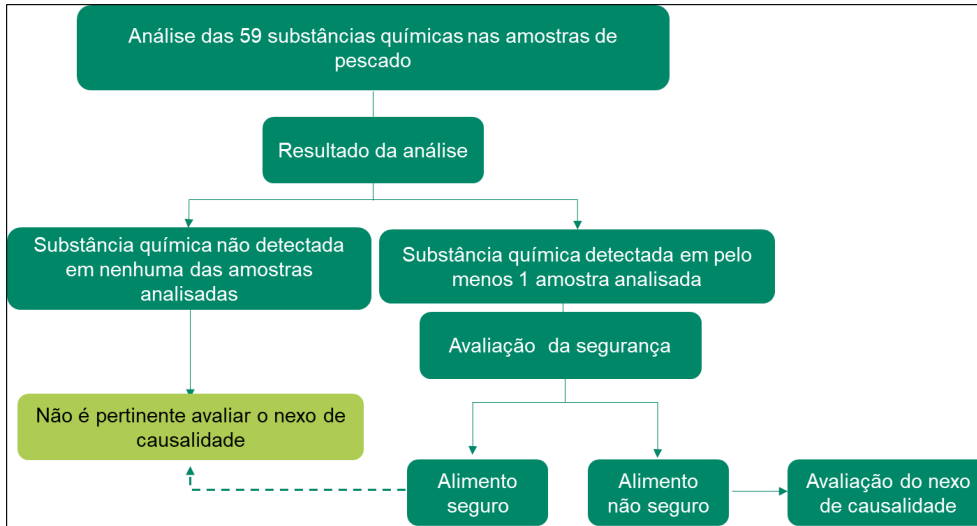


Figura 49. Estratégia aplicada para o direcionamento das substâncias químicas para avaliação do nexso de causalidade.

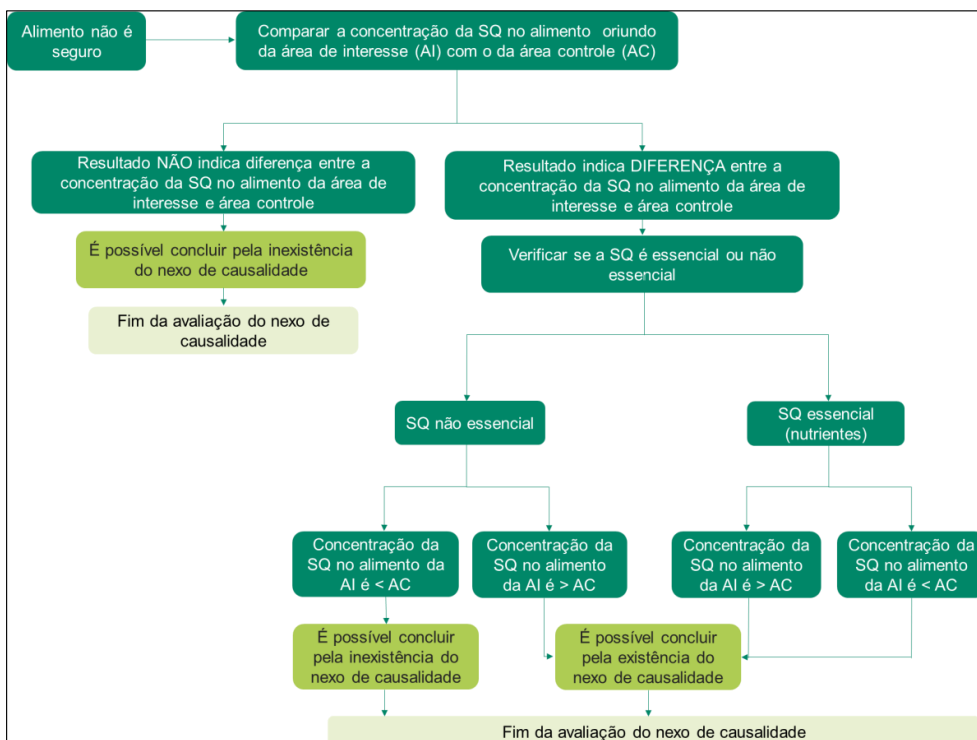


Figura 50. Fluxograma da estratégia aplicada na determinação do nexso de causalidade. Legenda: SQ = Substância Química; AI = Área de interesse; AC = Área controle.



7.2 Avaliação donexo de causalidade

Para avaliar o nexo de causalidade, os dados de concentrações na área de interesse foram comparados com os dados de concentrações de áreas controle, para cada substância química, em cada região amostrada, considerando as premissas supracitadas no item 7.1.

Das 59 substâncias químicas investigadas, o **arsênio inorgânico (III+V)**, as **bifenilas policloradas (PCB) não semelhantes a dioxina totais**, o **mercúrio** e o **metilmercúrio** apresentaram preocupação (ou seja, valores de segurança do pescado comprometidos) em relação ao consumo de pescado. Portanto, o nexo de causalidade foi avaliado para essas quatro substâncias químicas, nos ambientes em que foi verificado risco.

A equipe de perícia salienta que as quatro substâncias químicas submetidas a avaliação do nexo de causalidade são classificadas como substâncias **não essenciais**.

Considerando os agrupamentos das substâncias químicas apresentados no item 2 deste documento, o mercúrio se refere às substâncias químicas do Tipo 1 e Tipo 2, o arsênio inorgânico (III+V) e o metilmercúrio às substâncias químicas do Tipo 2 e as bifenilas policloradas (PCB) às substâncias químicas do Tipo 4.

Conforme apresentado no item 3.1.1.1 deste documento, para a análise das substâncias químicas do Tipo 1 foram utilizadas amostras simples (sempre que possível), enquanto para a análise das substâncias químicas dos Tipos 2 e 4 foram utilizadas amostras compostas, cujo resultado analítico representa a concentração média obtida a partir de um conjunto de espécimes (organismos) agrupados na mesma amostra.

Para a comparação entre os dados de concentrações da área de interesse e das áreas controle a equipe de perícia utilizou gráficos do tipo *boxplot*. A análise de *boxplot* para grupos distintos permite que suas distribuições sejam comparadas, o que possibilita concluir se elas são semelhantes ou não.

Gráficos do tipo *boxplot* são ideais para observar a distribuição dos dados nos grupos que serão comparados. A base inferior do *boxplot* representa o 1º quartil, medida que indica que 25% dos resultados de concentrações estão abaixo daquele valor. O limite superior do quadrado representa o 3º quartil, ou seja, divide os dados observados em dois grupos, 75% que está abaixo daquele valor e 25% dos dados que estão acima. Desse modo, a análise do 3º quartil permite concluir que 25% dos resultados estão acima de um determinado valor. A linha contínua dentro da “caixa” representa a mediana, também conhecida como 2º quartil, enquanto a média é representada pelo círculo vermelho, conforme apresentado de forma ilustrativa na Figura 51 abaixo.



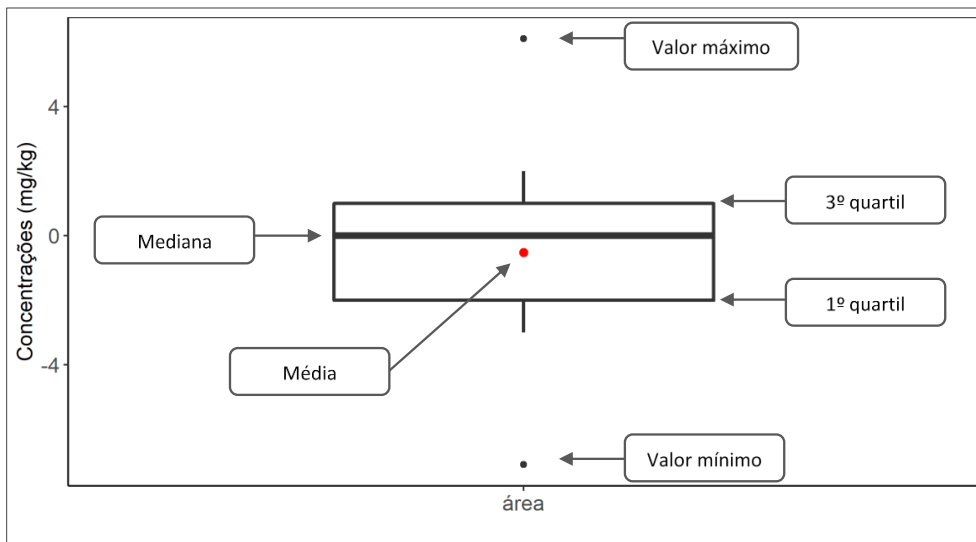


Figura 51. Ilustração dos elementos constitutivos de um gráfico do tipo *boxplot*.

A equipe de perícia também realizou o teste *t de student* para avaliação de diferenças entre as médias de cada grupo (quando possível).

O teste *t*, segue a distribuição *t student* e é indicado para situações nas quais o número de observações é menor do que 30. Além disso, uma das premissas do teste é de que os dados seguem uma distribuição normal. O p-valor resultante do teste *t* fornece elementos para a comparação entre as médias dos grupos a partir de duas hipóteses:

- H_0 (hipótese nula): as médias dos grupos são iguais;
- H_1 (hipótese alternativa): as médias dos grupos são diferentes.

Para as situações em que o número de observações foi superior a 30, foi possível utilizar o conceito de que as observações seguem uma distribuição normal. Nesses casos, a equipe de perícia utilizou uma análise de variância simples (ANOVA) para averiguar a existência ou não de diferença estatística entre as concentrações médias da área de interesse e da área controle. A análise indica o quanto as concentrações obtidas nos resultados das análises variam em função das áreas de onde as amostras foram coletadas (interesse e controle). Foram testadas as mesmas hipóteses empregadas para o teste *t de student* apresentadas acima.

No cenário analisado, tanto para o teste *t* quanto para a ANOVA, a equipe de perícia considerou um nível de confiança de 10% e um intervalo de confiança de 90%. Assim, um p-valor $\leq 0,10$ (valor crítico) permite concluir que as médias podem ser significativamente distintas. Nesse caso, um p-valor abaixo do valor crítico determinado indica que a probabilidade de a hipótese nula (ou seja, a média dos grupos serem iguais) ser verdadeira é bastante reduzida, o que oferece elementos suficientes para deixar de rejeitar a hipótese alternativa de que as médias são diferentes.



7.3 Resultados da avaliação donexo de causalidade entre o rompimento da barragem do Fundão e o pescado analisado.

A avaliação do nexo de causalidade foi executada em consonância com os resultados da segurança. Neste sentido, o nexo de causalidade foi direcionado às regiões para as quais foi indicada preocupação (ou seja, segurança do pescado comprometidos). O item 5.4 deste documento apresenta o resumo dos resultados da avaliação de segurança para as substâncias químicas que indicaram preocupação para cada região avaliada.

7.3.1 Arsênio III + V

Na Figura 52 e na Figura 53 são apresentadas as distribuições das concentrações do somatório de Arsênio III + V para peixes e crustáceos coletados na região marinha, local onde foi observada preocupação com relação ao consumo de pescado.

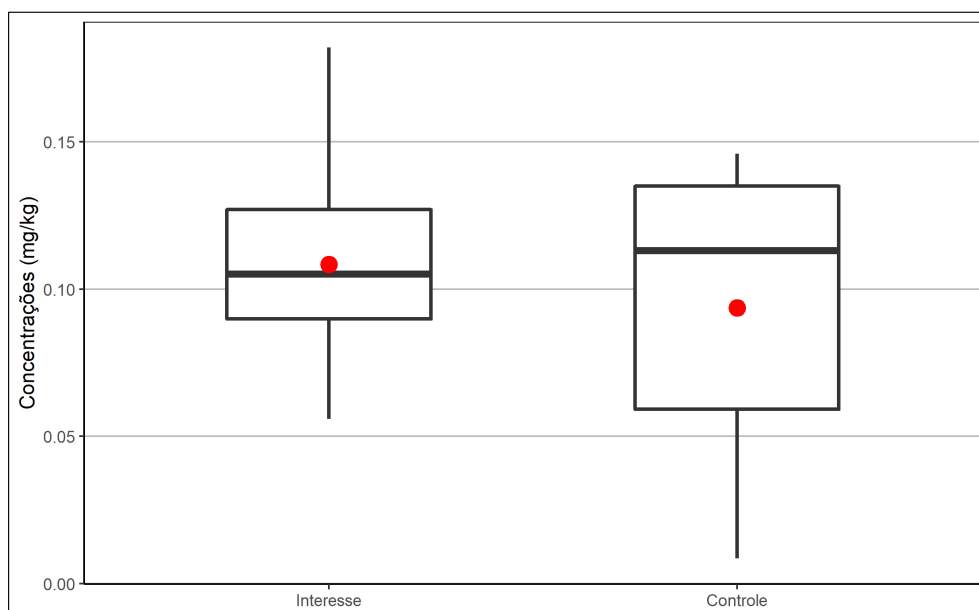


Figura 52. *Boxplot* da distribuição das concentrações de arsênio III + V verificadas nos peixes oriundos das áreas de interesse e controle, na região marinha.



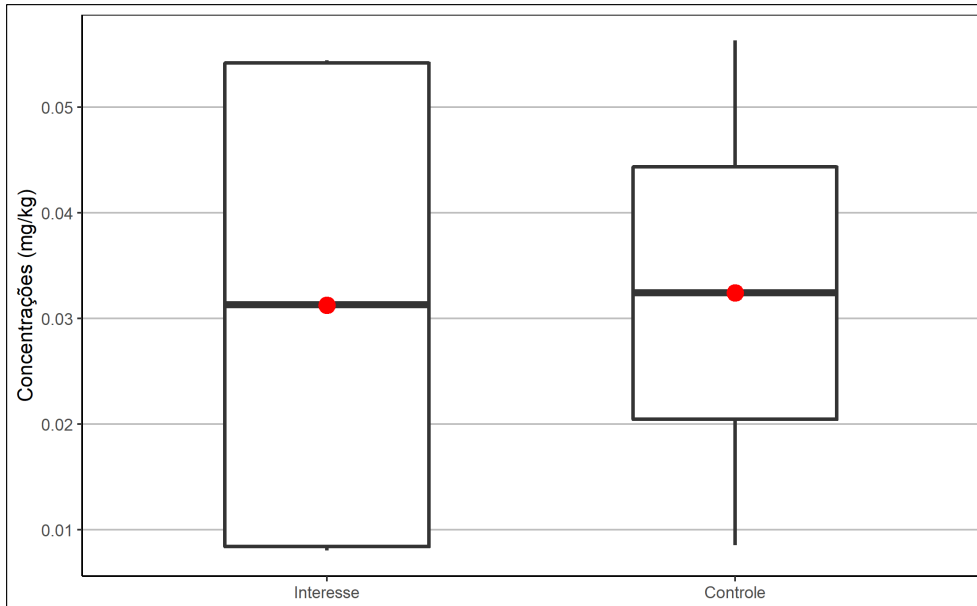


Figura 53. *Boxplot* da distribuição das concentrações de arsênio III + V verificadas nos crustáceos oriundos das áreas de interesse e controle, na região marinha.

Conforme pode ser observado na Figura 52 e na Figura 53, a distribuição dos dados das áreas de interesse e controle são similares. Ao aplicar o teste *t de student*, o p-valor foi igual a 0,52 e 0,97 para peixes e crustáceos, respectivamente. Os dois resultados não fornecem elementos para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, em relação à concentração de arsênio inorgânico (As III + As V) presentes nos peixes e crustáceos oriundos da região marinha, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações do somatório de Arsênio III + Arsênio V encontradas no pescado e o rompimento da barragem de Fundão**.

7.3.2 PCB

Na Figura 54 e na Figura 55 são apresentadas as distribuições das concentrações de PCB para peixes e crustáceos coletados nas áreas de interesse e controle para as regiões onde foi observada preocupação (ou seja, valores de segurança do pescado comprometidos) com relação ao consumo do pescado (regiões dulcícola, estuarina e marinha).



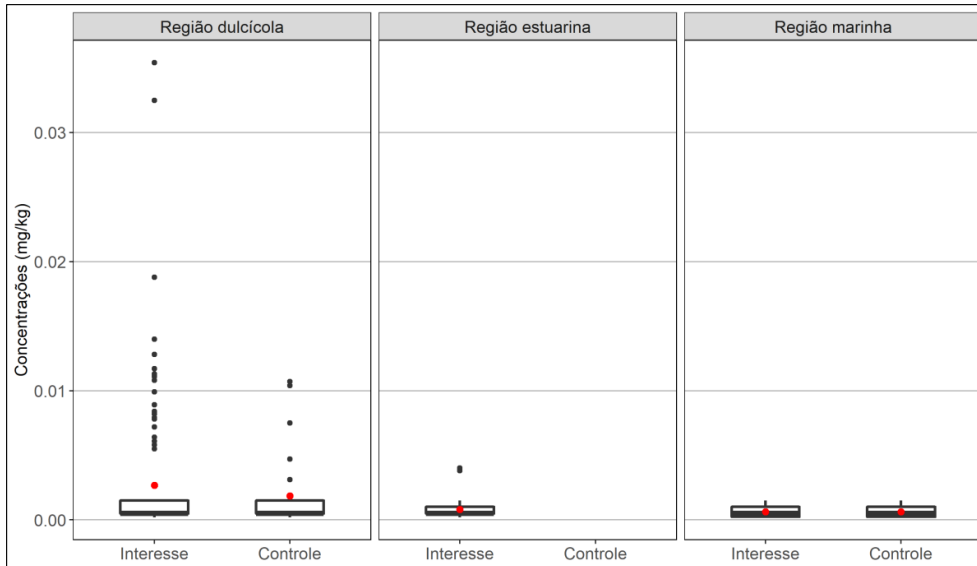


Figura 54. Boxplot da distribuição das concentrações de PCB verificadas nos peixes oriundos das áreas de interesse e controle para as regiões dulcícola, estuarina e marinha.

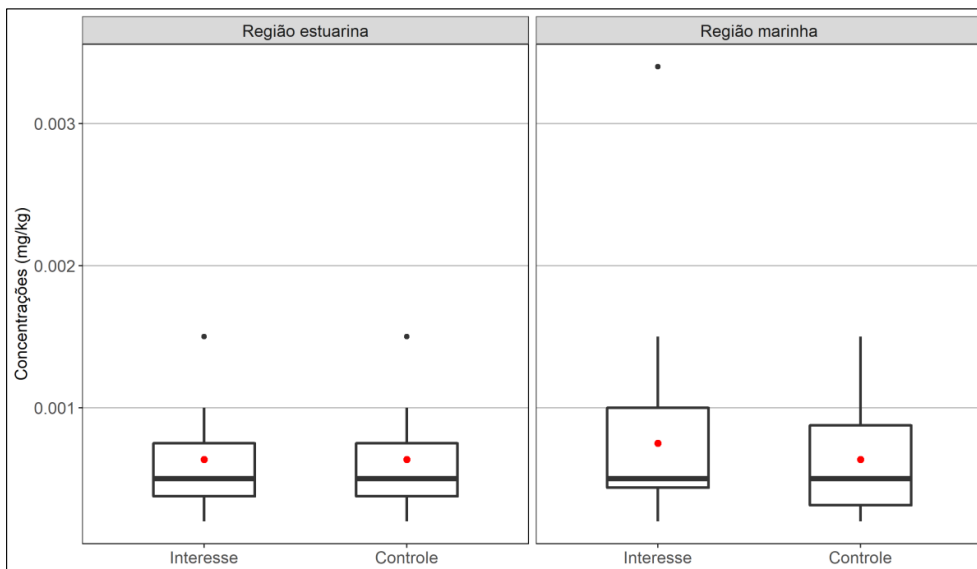


Figura 55. Boxplot da distribuição das concentrações de PCB verificadas nos crustáceos oriundos das áreas de interesse e controle das regiões estuarina e marinha.

Conforme pode ser observado na Figura 54 e Figura 55 apresentada acima, as distribuições das concentrações de PCB para peixes na área de interesse e nos controles são similares, para as regiões dulcícola e marinha. Os resultados do teste *t de student* apresentaram p-valor de 0,53 e 0,33 para as regiões dulcícola e marinha, respectivamente.



Conforme pode ser observado na Figura 55 apresentada acima, as distribuições das concentrações de PCB na área de interesse e nos controles são similares, para as regiões estuarina e marinha. Na região estuarina as médias das áreas de interesse e controle são iguais. Na região marinha o teste *t* apresentou um p-valor de 0,39.

Considerando as observações e resultados supracitados, em relação a concentração de bifenilas policloradas não semelhantes a dioxinas totais (PCB) presentes nos peixes e crustáceos oriundos das regiões dulcícola e marinha, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de PCBs encontradas no pescado e o rompimento da barragem de Fundão**.

A equipe de perícia informa que não foi possível realizar o teste *t de student* para a região estuarina devido à falta de amostra controle (peixes) ou de observações suficientes para aplicá-lo na região controle (crustáceos).

Conforme informado no item 3.2.1 deste documento, para a análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4, era requerida uma massa mínima de 2,0 Kg de amostra. Para as amostras que não continham massa suficiente para a análise de todas as substâncias químicas foi priorizada a análise das substâncias químicas do Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4, nessa ordem de prioridade. Por esta razão, na área controle da região estuarina foi analisada uma amostra controle para crustáceos, o que não permite realizar o teste *t de student*.

A equipe de perícia destaca que a amostra de crustáceo existente se trata de uma amostra composta, cujo resultado analítico representa a concentração média obtida a partir de um conjunto de espécimes, e que, portanto, o resultado foi considerado como representativo da área amostrada. Nesse sentido, destaca-se que as distribuições das concentrações e as médias das concentrações da área de interesse e da área controle, para os crustáceos na região estuarina, foram iguais (0,00395 mg/Kg) (Figura 55). A concentração média para o grupo peixes, na área de interesse dessa mesma região, foi 0,00517 mg/Kg. A mediana das concentrações de PCB na região estuarina foi 0,00395 mg/Kg, para os grupos peixes e crustáceos na área de interesse, que é igual a mediana da concentração de PCB para crustáceos na região controle.

Para o grupo crustáceos, a equipe de perícia concluiu pela inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de PCB encontradas nos crustáceos e o rompimento da barragem de Fundão, uma vez que a concentração média dessa substância química é igual na área controle e na área de interesse.

Embora não tenha sido possível avaliar o nexo de causalidade com o rompimento da barragem de Fundão para o grupo peixe na região estuarina, a equipe de perícia ressalta que os resultados sugerem que não há diferenças consideráveis entre as concentrações de PCB nos peixes provenientes da área de interesse e da área controle, uma vez que a mediana das concentrações de PCB nos peixes na região estuarina é igual a mediana das concentrações de PCB nos crustáceos na região controle.

7.3.3 Mercúrio

Na Figura 56 e na Figura 57 são apresentadas as distribuições das concentrações de mercúrio para os peixes e crustáceos coletados na região marinha, local onde foi observada preocupação (ou seja, valores de segurança do pescado comprometidos) com relação ao consumo de pescado.



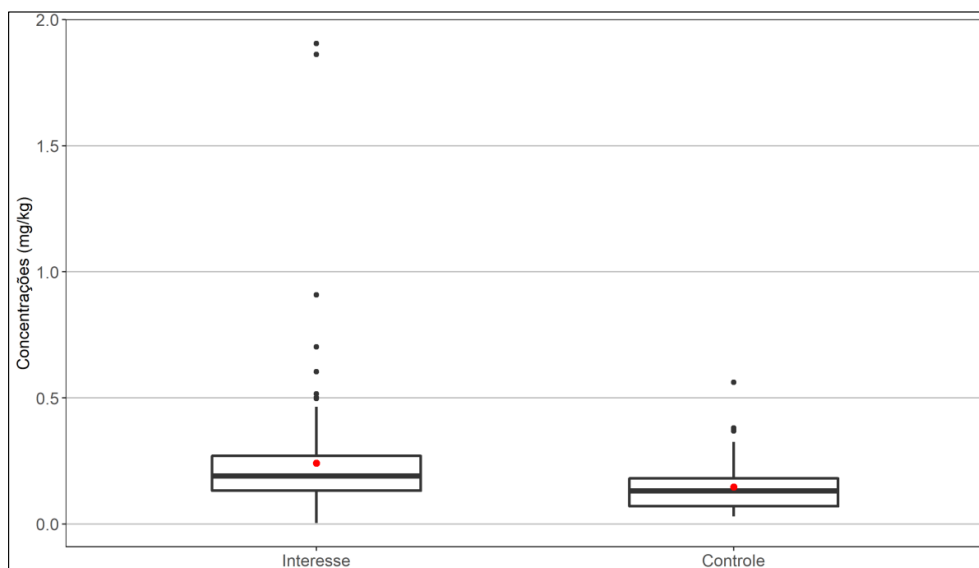


Figura 56. *Boxplot* da distribuição das concentrações de mercúrio verificadas nos peixes oriundos das áreas de interesse e controle na região marinha.

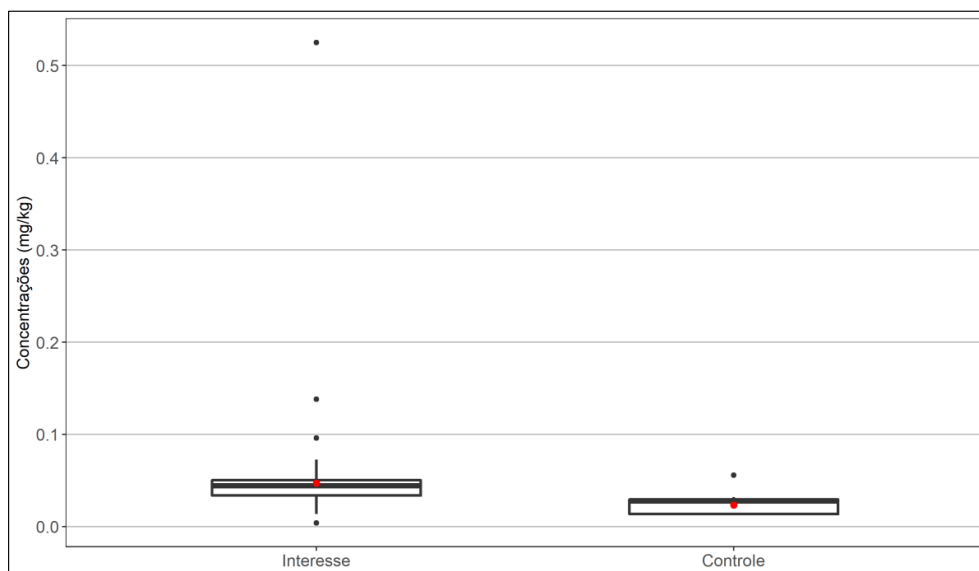


Figura 57. *Boxplot* da distribuição das concentrações de mercúrio verificadas nos crustáceos oriundos das áreas de interesse e controle na região marinha.

Conforme pode ser observado na Figura 56 apresentada acima, existe uma diferença na distribuição e nas médias para as concentrações de mercúrio nas amostras de peixes da área de interesse e da área controle. A aplicação da análise de variância (ANOVA) o p-valor foi de 0,001, o que fornece elementos suficientes para afirmar que as concentrações médias do grupo controle e interesse são distintas. A concentração média observada na área de interesse foi superior àquela da área controle.



No caso da distribuição das concentrações de mercúrio em amostras de crustáceos, apresentadas na Figura 57 acima, observa-se uma diferença nas distribuições em cada área analisada. O resultado do p-valor, obtido através de uma ANOVA, foi igual a 0,03 e fornece elementos suficientes para afirmar que as médias do grupo controle e interesse são diferentes. A concentração média observada na área de interesse foi superior àquela da área controle.

Portanto, em relação a concentração de mercúrio presente no pescado oriundo da região marinha, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de mercúrio encontradas no pescado e o rompimento da barragem de Fundão**.

7.3.4 Metilmercúrio

A Figura 58 e a Figura 59 apresentam as distribuições das concentrações de metilmercúrio obtidas para pescados (peixes e crustáceos) coletados na área de interesse e nas áreas controles, para as regiões onde foi apresentada preocupação (ou seja, valores de segurança do pescado comprometidos) para o consumo de pescado (regiões dulcícola, estuarina e marinha).

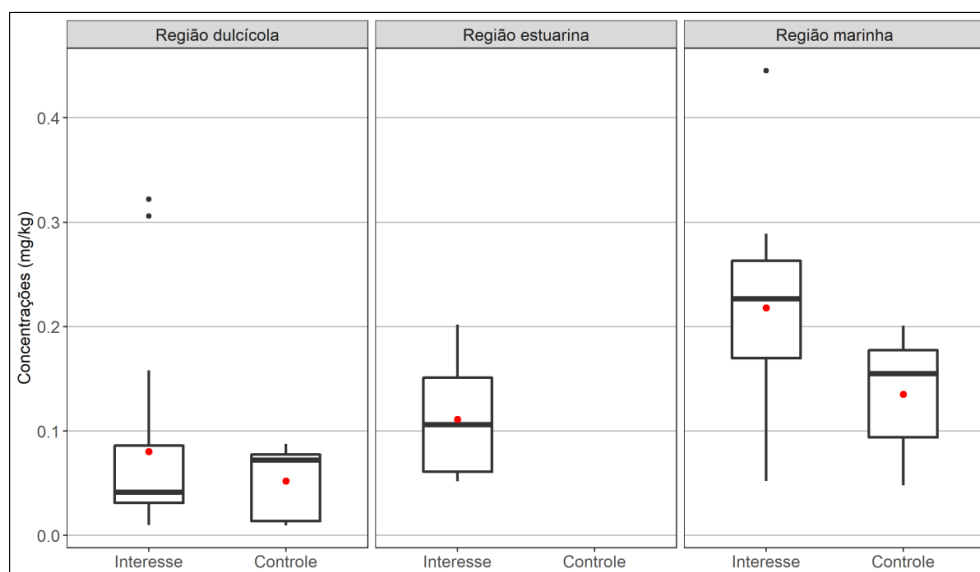


Figura 58. *Boxplot* da distribuição das concentrações de metilmercúrio verificadas nos peixes oriundos das áreas de interesse e controle nas regiões dulcícola, estuarina e marinha.



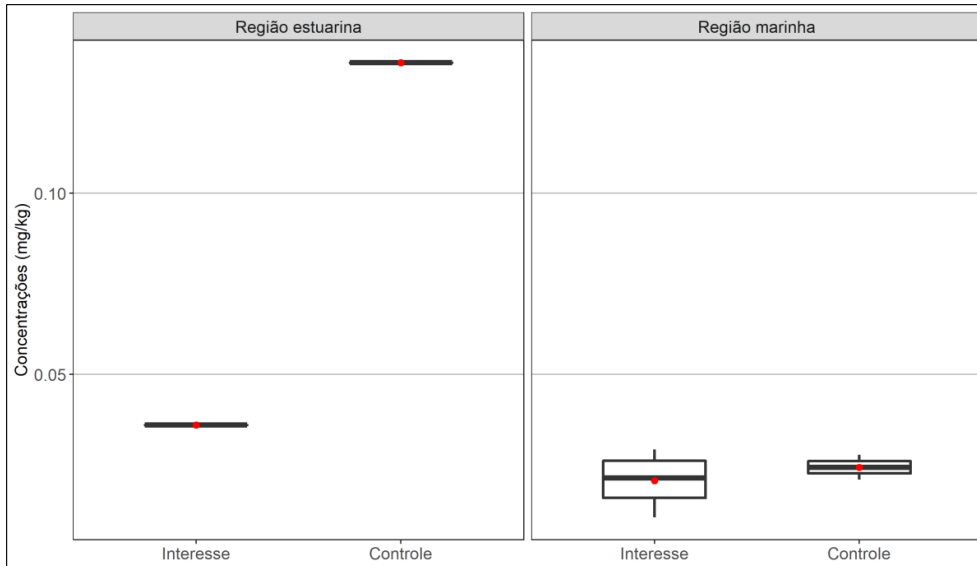


Figura 59. Boxplot da distribuição das concentrações de metilmercúrio verificadas nos crustáceos oriundos das áreas de interesse e controle nas regiões estuarina e marinha.

Conforme apresentado na Figura 58 acima, para a região dulcícola, há uma similaridade na distribuição das concentrações e nas médias para a área de interesse e a área controle. Ao aplicar o teste *t de student*, o p-valor foi de 0,30. Esse resultado, não fornece elementos suficientes para afirmar que as médias do grupo controle e interesse são distintas.

Considerando as observações e resultados supracitados, em relação a concentração de metilmercúrio presente no pescado oriundo da região dulcícola, a equipe de perícia concluiu pela inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de metilmercúrio encontradas no pescado e o rompimento da barragem de Fundão.

A equipe de perícia informa que não foi possível realizar o teste *t de student* para a região estuarina devido à falta de amostra controle (peixes) ou de observações suficientes para aplicá-lo na região controle (crustáceos).

Conforme explicado anteriormente, as amostras do Tipo 2 se referem à amostra composta, cujo resultado analítico representa a concentração média obtida a partir de um conjunto de espécimes (organismos), e que, portanto, o resultado foi considerado representativo da área amostrada.

A concentração média para os crustáceos da área controle (0,14 mg/Kg) é mais elevada que a concentração média da área de interesse (0,10 mg/Kg). Apesar de não haver amostra para peixes na área controle da região estuarina, a concentração média para os peixes da área de interesse (0,11 mg/Kg) é mais baixa que a concentração média para os crustáceos da área controle (0,14 mg/Kg).

Para o grupo crustáceos, a equipe de perícia concluiu pela inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de metilmercúrio encontradas nos crustáceos e o rompimento da barragem de Fundão, uma vez que a concentração média dessa substância química é mais elevada na área controle do que na área de interesse.



Embora não tenha sido possível avaliar onexo de causalidade com o rompimento da barragem de Fundão para o grupo peixe na região estuarina, a equipe de perícia ressalta que os resultados sugerem que não há relação entre as concentrações de metilmercúrio encontradas nos peixes e o rompimento da barragem de Fundão, uma vez que a concentração média para crustáceos provenientes da área controle é mais elevada que as concentrações médias para crustáceos e peixes oriundos da área de interesse.

Na região marinha, para as amostras de peixes, pode-se observar diferenças entre as distribuições das áreas controle e interesse representadas nos *boxplot* (Figura 58). O teste *t de student* resultou em um p-valor igual a 0,07 para as amostras geradas a partir de peixes, o que permite concluir que as médias são significativamente diferentes, considerando um nível de confiança de 10%. A concentração média observada na área de interesse foi superior àquela da área controle.

Em relação a concentração de metilmercúrio presente nos peixes oriundos da região marinha, a equipe de perícia concluiu pela existência denexo de causalidade entre as concentrações de metilmercúrio encontradas nos peixes e o rompimento da barragem de Fundão.

Conforme pode ser observado na Figura 59 apresentada acima, a distribuição das concentrações de metilmercúrio para amostras geradas a partir de crustáceos da área controle encontram-se mais agrupadas em torno da média, quando comparados aos dados da área de interesse. O resultado do teste *t de student* indica um p-valor de 0,53. O resultado obtido não oferece indícios suficientes para rejeitar a hipótese de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de metilmercúrio encontradas nos crustáceos e o rompimento da barragem de Fundão.**



8. Controle de qualidade

A aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA) e os procedimentos de coleta e amostragem do pescado foram realizados pela equipe de perícia de forma associada a empresas contratadas especializadas. O processo foi integralmente acompanhado, vistoriado e validado pela equipe de perícia, a fim de garantir a qualidade dos produtos finais, conforme informado no Relatório nº 5 – Planejamento detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo MM. Juiz Federal Dr. Mario de Paula Franco Junior no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

As empresas contratadas para o desenvolvimento das atividades relacionadas à resposta sobre a segurança do consumo do pescado foram:

- Innovare Pesquisa: empresa responsável pelo desenvolvimento da aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar;
- CPEA – Consultoria, Planejamento e estudos Ambientais: empresa responsável pela realização das atividades de coleta e geração de amostras de pescado;
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: empresa responsável pelo transporte das amostras de pescado geradas pela CPEA, desde a base de campo até o laboratório de análises químicas em São Paulo, bem como pela realização das análises químicas das amostras de pescado.

Durante a atividade de campo de aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar, a equipe de perícia atuou na conformidade das ações desenvolvidas pela Innovare Pesquisa, garantindo que os questionários fossem aplicados de acordo com a metodologia proposta, que a conduta dos aplicadores estivesse dentro do esperado e que os procedimentos de saúde e segurança contra a pandemia de Covid-19 fossem adequadamente aplicados.

O detalhamento da atuação da equipe de perícia e das intervenções necessárias foi previamente apresentado no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258).

A equipe de perícia acompanhou as atividades de coleta, geração de amostras de pescado e análise química das amostras, desde o planejamento até a execução dos procedimentos, garantindo assim a qualidade, segurança e rastreabilidade do dado gerado.

A atuação da equipe de perícia nas atividades de campo e laboratório, relacionadas ao pescado, consistiu na checagem contínua da aderência aos procedimentos de coleta e amostragem, armazenamento de organismos e/ou amostras de pescado, transporte de organismos e/ou amostras de pescado, recebimento de amostras, preparo de amostras, análises das substâncias químicas e descarte de amostras, em conformidade às metodologias apresentadas no Relatório nº 5 – Planejamento detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no item 3.1 deste documento.

Além disso, a equipe de perícia garantiu que todas as informações relacionadas à segurança, integridade, responsabilidade e rastreabilidade das amostras fossem adequadamente registradas em cadeia de custódia.

O registro das informações em cadeia de custódia foi realizado no EQUIS, que é uma ferramenta para criação, execução e análise de pesquisas e checklists. A implementação do sistema de processamento de dados foi realizada de forma conjunta entre a equipe de perícia e as empresas contratadas.



As principais intervenções realizadas pela equipe de perícia durante a coleta de pescados se relacionam à verificação do uso de materiais e petrechos adequados a coleta e à confirmação da condição física dos espécimes, garantindo que fossem coletados somente organismos vivos e sem lesões.

No acompanhamento das atividades de biometria e geração de amostras, as principais intervenções necessárias pela equipe de perícia estavam relacionadas aos procedimentos de composição e peso das amostras, ao acondicionamento adequado das amostras para transporte até o laboratório de análises químicas, à higienização dos materiais utilizados no processo de filetagem e geração de amostras, à identificação dos organismos coletados e ao monitoramento da temperatura dos equipamentos de armazenamento dos espécimes e/ou amostras.

No que tange ao acompanhamento das atividades realizadas pelo IPT, a principal intervenção realizada pela equipe de perícia se refere ao acondicionamento de amostras, a fim de garantir que os refrigeradores funcionassem na temperatura adequada e, conseqüentemente, assegurar a qualidade das amostras. Foi necessária a intervenção da equipe de perícia no acompanhamento do correto funcionamento dos geradores e monitoramento das temperaturas dos refrigeradores do IPT, principalmente nos dias em que houve problemas no fornecimento de energia elétrica.

Adicionalmente, a equipe de perícia atuou no acompanhamento do planejamento das etapas de preparo e análise para todas as substâncias químicas, de todas as amostras armazenadas no IPT, a fim de garantir que o *holding time* de preparo e análise das amostras fosse cumprido.

No que se refere aos registros de informações em cadeia de custódia, tanto no acompanhamento das atividades da CPEA como do IPT, foi imprescindível a atuação da equipe de perícia no auxílio do preenchimento das fichas que compõem a cadeia de custódia, bem como na garantia de que as informações fossem preenchidas no momento da ação. Além disso, a equipe de perícia contribuiu na implementação da automatização do sistema de registros de informações, bem como no monitoramento dos códigos de amostras gerados.

A equipe de perícia considera que o monitoramento integral das atividades de aplicação de questionários, coleta de pescado e análises laboratoriais resultou em informações e dados que representam de forma adequada o universo amostral e suas respectivas análises, em consonância com o planejamento das Etapas 3 e 4 do Plano de Trabalho, concluindo que o controle de qualidade das atividades mencionadas foi realizado de maneira efetiva.



9. Objeto específico da perícia

No dia 11 de março de 2020 a AECOM do Brasil Ltda. foi nomeada como perito oficial do juízo, no processo nº 1000412-91.2020.4.01.3800, Classe: Eixo Prioritário nº 6 – Medição da Performance e Acompanhamento, em atendimento à decisão judicial assinada pelo Juiz da 12ª Vara Federal Cível e Agrária da SJMG (ID 162081357).

Conforme definido na decisão judicial ID 162081357, o escopo de trabalho da perícia considera a avaliação da segurança do alimento, direcionada para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, bem como dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce, em face do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG.

Considerando as diversas manifestações das partes para que os trabalhos de perícia fossem desenvolvidos de forma prioritária que permitisse a antecipação dos resultados de segurança do alimento para o pescado, este documento teve como objetivo responder sobre a avaliação da segurança do alimento pescado, especificamente.

A avaliação da segurança do alimento (pescado) foi realizada considerando os altos consumidores e os consumidores dos valores médios (média do consumo) residentes nos municípios da bacia do rio Doce atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão.

O consumo do pescado oriundo da região da bacia do rio Doce, Foz e região marítima no Espírito Santo atingida pelo rompimento da barragem de Fundão apresenta preocupação para os altos consumidores de pescado da bacia do rio Doce e para as crianças consumidoras dos valores médios (média do consumo na bacia do rio Doce).

As substâncias químicas presentes no pescado para as quais foi indicado risco em relação ao seu consumo são o arsênio inorgânico (III + V), as bifenilas policloradas (PCB), o mercúrio e o metilmercúrio.

Em síntese, para os altos consumidores, considerando as regiões avaliadas e as substâncias químicas que apresentaram preocupação em relação ao seu consumo, foi observado risco para o consumo do pescado proveniente da região dulcícola (PCB e metilmercúrio), da região estuarina (PCB e metilmercúrio) e da região marinha (arsênio inorgânico, PCB, mercúrio e metilmercúrio). Para os consumidores dos valores médios, foi observada preocupação para o pescado proveniente da região dulcícola (PCB).

Com relação ao objeto da perícia, o consumo do alimento pescado **não foi considerado** seguro para os grupos e regiões descritas acima.

O consumo do pescado oriundo dos cultivos que utilizam água do rio Doce não apresentou preocupação, tanto para os altos consumidores como para os consumidores dos valores médios.

O resumo dos resultados da avaliação da segurança do pescado, considerando as regiões (dulcícola, estuarina, marinha e cultivos), as faixas etárias (1 – 6 anos, 7 – 17 anos, ≤ 18 anos) e sexos (feminino e masculino) avaliados, para altos consumidores e consumidores dos valores médios, está apresentado no item 5.4 deste documento. A discussão dos resultados está detalhadamente apresentada ao longo do item 5 deste documento.

A equipe de perícia destaca que este documento apresenta resultados parciais da segurança do alimento, considerando exclusivamente o grupo pescado, e que a avaliação da exposição decorrente do consumo total dos alimentos, foco desta perícia, só poderá ser finalizada quando da conclusão total da coleta, análise química e avaliação da segurança dos demais alimentos (produtos agropecuários).



Para cada substância química que apresentou preocupação em relação ao seu consumo, considerando as regiões nas quais foi identificado risco a equipe de perícia avaliou a existência (ou não) do nexos de causalidade e concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade** com o rompimento da barragem de Fundão para:

- As concentrações de arsênio inorgânico encontradas no pescado (peixes e crustáceos) proveniente da região marinha;
- As concentrações de PCB encontradas no pescado proveniente da região dulcícola e nos crustáceos provenientes da região estuarina;
- As concentrações de metilmercúrio encontradas no pescado proveniente da região dulcícola, nos crustáceos provenientes da região estuarina e nos crustáceos oriundos da região marinha.

Para cada substância química que apresentou preocupação em relação ao seu consumo, considerando as regiões nas quais foi observado risco, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade** com o rompimento da barragem de Fundão para:

- As concentrações de mercúrio encontradas no pescado (peixes e crustáceos) proveniente da região marinha;
- As concentrações de metilmercúrio encontradas nos peixes provenientes da região marinha.

Embora não tenha sido possível avaliar o nexos de causalidade com o rompimento da barragem de Fundão para os peixes oriundos da região estuarina para os PCB e o metilmercúrio, a equipe de perícia ressalta que os resultados sugerem que não há diferenças consideráveis entre as concentrações dessas substâncias químicas nos peixes provenientes da área de interesse e da área controle.



10. Avaliação do banco de dados pretéritos

Os dados pretéritos validados na Etapa 2A foram avaliados pela equipe de perícia, a fim de verificar a sua aplicabilidade na avaliação da segurança do alimento e/ou fornecer elementos de comparação da concentração das substâncias químicas analisadas no pescado.

Os dados pretéritos considerados validados pela equipe de perícia estão apresentados no Relatório nº 4 – Relatório Final das Etapas 1 e 2A (ID 498168877) e no Relatório no 9 – Resposta à decisão judicial ID 712180025 e à manifestação das Empresas ID 537587400 (ID 753593990).

Na manifestação ID 927241153, as Empresas apresentaram uma ferramenta (*webtool*) capaz de conectar as amostras validadas pela equipe de perícia e seus respectivos pontos de coleta, sendo liberado o acesso a ferramenta pelo Perito por meio da carta “Ciência da manifestação ID 927222165 juntada pelas Empresas” (ID 1008269758).

Conforme depositado em juízo na manifestação ID 927241153, as Empresas informaram que os dados que constam nesse sistema são aqueles que foram validados pela equipe de perícia, tendo sido coletados pela empresa *Hydrobiology*, em trabalho realizado para a Fundação Renova.

A equipe de perícia informa que, uma vez que a ferramenta desenvolvida pelas Empresas (*webtool*) abrange todos os dados validados pela equipe de perícia na Etapa 2A, os dados pretéritos utilizados referem-se aos dados apresentados na ferramenta *webtool*. Por simplicidade, neste capítulo estes dados serão chamados simplesmente de “dados pretéritos” ou “dados pretéritos validados”.

O conjunto de dados pretéritos validados pela equipe de perícia apresenta resultados analíticos para pescados coletados nas regiões dulcícola e marinha, não sendo apresentados resultados para a região estuarina.

Para a região dulcícola, foram apresentados resultados referentes a 5 pontos de coleta na região atingida pelo rompimento da barragem de Fundão e 15 pontos de coleta em áreas controles, localizadas no rio Piracicaba (5 pontos de amostragem) e rio Santo Antônio (10 pontos de amostragem). Os 5 pontos de coleta da região atingida pelo rompimento da barragem de Fundão são localizados em uma região equivalente a seção 1 do trabalho de perícia.

Para a região marinha foram apresentados resultados referentes à 29 pontos de coleta, considerando a área atingida pelo rompimento da barragem de Fundão e as áreas controles. Os pontos distribuem-se em duas grandes áreas, que são consideradas como área de interesse (i) na área de proibição de pesca e suas imediações, e (ii) ao redor da desembocadura do rio Doce. Nas áreas controle, constam 9 pontos distribuídos ao redor da desembocadura do Rio Jequitinhonha, próximo ao município de Belmonte, estado da Bahia.

No que tange às substâncias químicas analisadas, os resultados dos dados pretéritos apresentam análise para 16 substâncias químicas (arsênio, alumínio, bário, cádmio, cobalto, cromo, cobre, ferro, mercúrio, manganês, níquel, chumbo, antimônio, selênio, zinco e prata) para a região dulcícola e 15 substâncias químicas (alumínio, arsênio, bário, cádmio, cobalto, cromo, cobre, ferro, mercúrio, manganês, níquel, chumbo, antimônio, selênio e zinco) para o ambiente marinho.

A equipe de perícia ressalta que todas as substâncias químicas que constam nos resultados dos dados pretéritos validados pela equipe de perícia se referem a substâncias químicas do Tipo 1. A equipe de perícia analisou em seu trabalho 33 substâncias químicas do Tipo 1.

No trabalho de perícia, no total foram analisadas 59 substâncias químicas diferentes, conforme apresentado no item 2 deste documento.





Rua Tenente Negrão, 140 – 2º andar
Itaim Bibi, São Paulo – SP

A Tabela 101 a seguir apresenta as substâncias químicas apresentadas nos resultados dos dados pretéritos validados pela equipe de perícia e as substâncias químicas analisadas no presente trabalho pericial.



| Grupo | Substâncias químicas | Trabalho de perícia | | | | Dados pretéritos | | | |
|-----------|---|---------------------|------------------|----------------|----------|------------------|------------------|----------------|----------|
| | | Região Dulcícola | Região Estuarina | Região Marinha | Cultivos | Região Dulcícola | Região Estuarina | Região Marinha | Cultivos |
| SQ Tipo 1 | Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Níquel, Selênio, Zinco | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ⚠ | ✓ | ⚠ |
| SQ Tipo 1 | Prata | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ⚠ | ⚠ | ⚠ |
| SQ Tipo 1 | Berílio, Boro, Cálcio, Enxofre, Estanho, Fósforo, Lítio, Magnésio, Molibdênio, Nitrogênio, Potássio, Silício, Sódio, Tálcio, Titânio, Urânio, Vanádio | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ⚠ | ⚠ | ⚠ | ⚠ |
| SQ Tipo 2 | Metilmercúrio, Arsênio inorgânico III, Arsênio inorgânico V, Ácido monometilarsônico, Ácido dimetilarsínico, Arsenobetaína, Cromo III, Cromo VI, | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ⚠ | ⚠ | ⚠ | ⚠ |
| SQ Tipo 3 | 2,4,5-Triclorofenol, 2,4,6-Triclorofenol, Diclorometano, Etilbenzeno, Fenol, Tolueno, Acrilamida, Cianeto, | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ⚠ | ⚠ | ⚠ | ⚠ |
| SQ Tipo 4 | Aldrin, Dieldrin, Endrin, HCH total, HCH-gama (Lindano), PCB, Glifosato, Acefato, Atrazina, Clorpirifós, | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ⚠ | ⚠ | ⚠ | ⚠ |

Tabela 101. Substâncias químicas analisadas no trabalho de perícia e substâncias químicas para as quais constavam resultados analíticos nos dados pretéritos validados. Legenda: SQ = substância química; ✓ dado coletado e analisado; ⚠ dado não existente.



Com relação as espécies alvo, a equipe de perícia destaca que selecionou e buscou coletar espécies que representassem a bacia do rio Doce em termos de abundância da espécie, sua utilização como alimento e ainda considerando táxons de peixes predadores e não predadores e crustáceos, conforme apresentado no Relatório n° 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no item 2 do presente documento. As espécies alvo coletadas no trabalho de perícia estão apresentadas no Anexo 1 deste documento.

A equipe de perícia verificou que as espécies alvo que constam dos dados pretéritos referem-se à táxons de peixes predadores, não predadores e invertebrados (moluscos e crustáceos). Na região dulcícola, entre os 31 táxons aos quais se referem os dados pretéritos e as 21 espécies coletadas no trabalho de perícia, identifica-se sete espécies em comum. No ambiente marinho, das 33 espécies que compõem os dados pretéritos e das 13 espécies que constituem os dados do trabalho de perícia, nove constam em ambos os conjuntos de dados. As espécies-alvo utilizadas para a obtenção dos resultados dos dados pretéritos validados estão apresentadas no Anexo 4 deste documento.

Os dados pretéritos validados pela equipe de perícia referem-se a campanhas de coleta de pescados realizadas nos anos de 2018, 2019 e 2020. A equipe de perícia salienta que a avaliação da segurança do alimento apresentada neste documento se refere, exclusivamente, à segurança do consumo do pescado em um período de tempo específico.

A equipe de perícia realizou uma comparação entre os resultados de concentrações das substâncias químicas provenientes dos dados pretéritos validados na Etapa 2A e as concentrações obtidas no trabalho de perícia.

Para a comparação dos conjuntos de dados obtidos pela equipe de perícia e dos dados pretéritos validados, foram selecionadas apenas as substâncias químicas comuns entre os dois trabalhos.

Para a região dulcícola, considerando os resultados obtidos ao longo das seis campanhas de amostragem realizadas, os dados pretéritos validados apresentam 6.567 resultados analíticos, dos quais 1.965 foram coletados em pontos de amostragem distribuídos nas áreas de interesse e 4.602 nas áreas controle (2.539 no rio Piracicaba e 2.063 no rio Santo Antônio).

Para esta região, foram analisadas as seguintes substâncias químicas: arsênio, alumínio, bário, cádmio, cobalto, cromo, cobre, ferro, mercúrio, manganês, níquel, chumbo, antimônio, selênio, zinco e prata.

Na mesma região, a equipe de perícia obteve um total de 7.288 resultados analíticos (6.137 na área de interesse e 1.151 nas áreas controle), considerando as mesmas 16 substâncias químicas apresentadas nos dados pretéritos validados.





Rua Tenente Negrão, 140 – 2º andar
Itaim Bibi, São Paulo – SP

A Figura 60, a seguir, apresenta as distribuições das concentrações das substâncias químicas para as amostras de peixe nas regiões dulcícolas, nas áreas de interesse e áreas controle, para os dados pretéritos validados e os dados obtidos no trabalho de perícia.



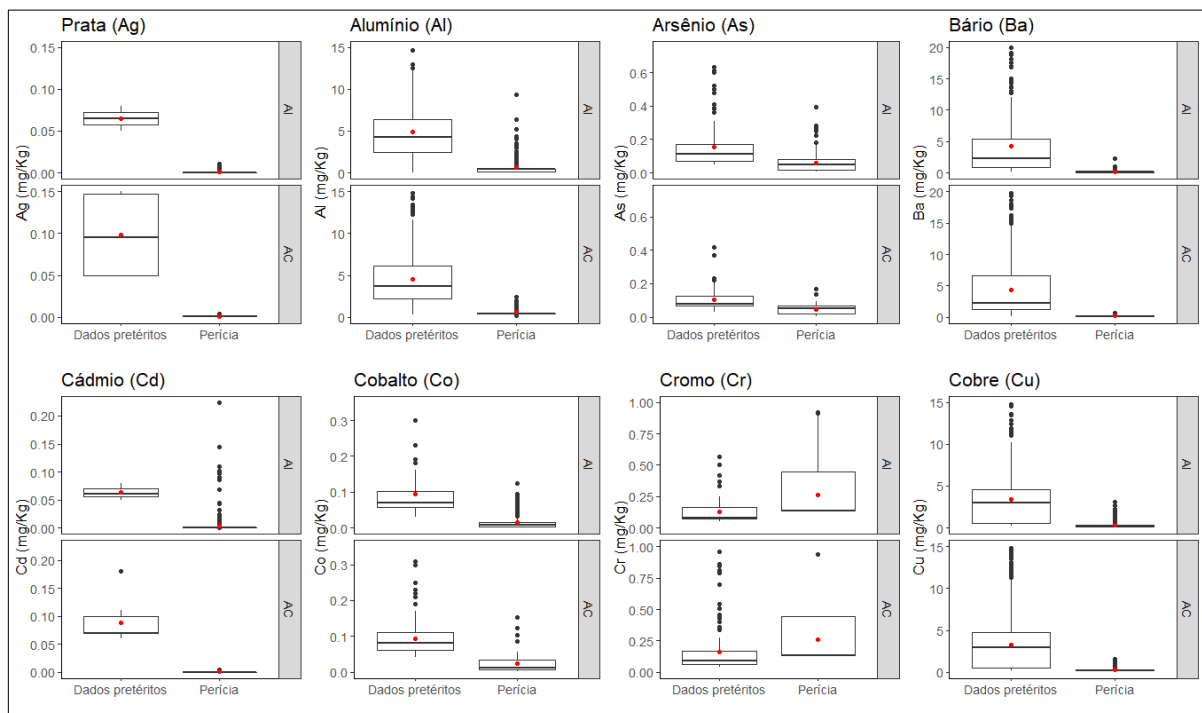
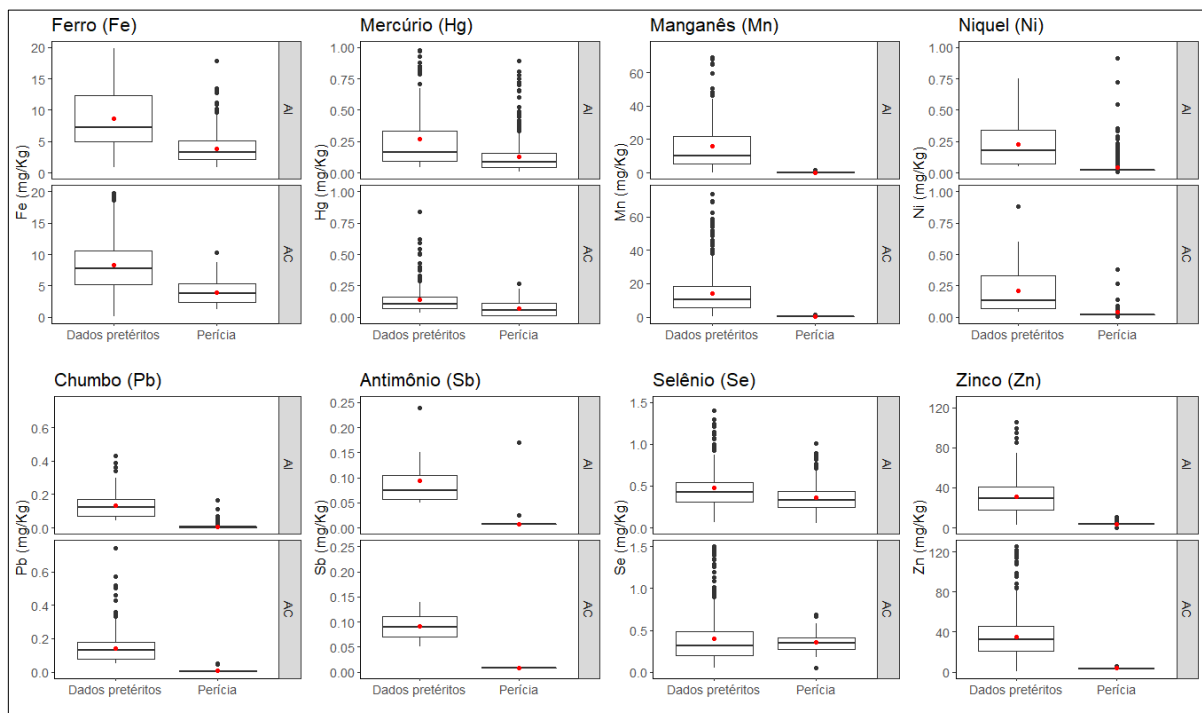


Figura 60. Boxplots de concentrações das substâncias químicas para amostras de peixes na região dulcícola, nas áreas de interesse e áreas controle, para os dados pretéritos e os dados do trabalho de perícia. Legenda: AI – áreas de interesse; AC – áreas controle. Obs.: 1 - Os valores médios das concentrações são representados pelos pontos em vermelho. 2 - A escala dos gráficos *boxplot* foi ajustada para demonstrar os valores centrais das distribuições e não exibe, para a maior parte das substâncias, toda a dispersão de pontos de dados.





Continuação da Figura 60. *Boxplots* de concentrações das substâncias químicas para amostras de peixes na região dulcícola, nas áreas de interesse e áreas controle, para os dados pretéritos e os dados do trabalho de perícia. Legenda: AI – áreas de interesse; AC – áreas controle. Obs.: 1 - Os valores médios das concentrações são representados pelos pontos em vermelho. 2 - A escala dos gráficos *boxplot* foi ajustada para demonstrar os valores centrais das distribuições e não exibe, para a maior parte das substâncias, toda a dispersão de pontos de dados.



Para a região marinha, considerando os resultados obtidos ao longo das quatro campanhas de amostragem realizadas, os dados pretéritos validados apresentam 5.309 resultados analíticos, dos quais 3.504 foram coletados em pontos de amostragem considerados em áreas equivalente às áreas de interesse e 1.825 em áreas considerados como controle.

Para esta região, foram analisadas as seguintes substâncias químicas: alumínio, arsênio, bário, cádmio, cobalto, cromo, cobre, ferro, mercúrio, manganês, níquel, chumbo, antimônio, selênio e zinco. Os dados da região marinha foram separados nos grupos peixes e invertebrados (crustáceos e moluscos).

Na mesma região, a equipe de perícia obteve um total de 4.849 resultados analíticos (3.532 na área de interesse e 1.317 nas áreas controle), considerando as mesmas 15 substâncias químicas apresentadas nos dados pretéritos validados.

A Figura 61 a seguir apresenta as distribuições das concentrações das substâncias químicas para peixes e invertebrados nas regiões marinhas, nas áreas de interesse e áreas controle, para os dados pretéritos validados e os dados obtidos no trabalho de perícia.



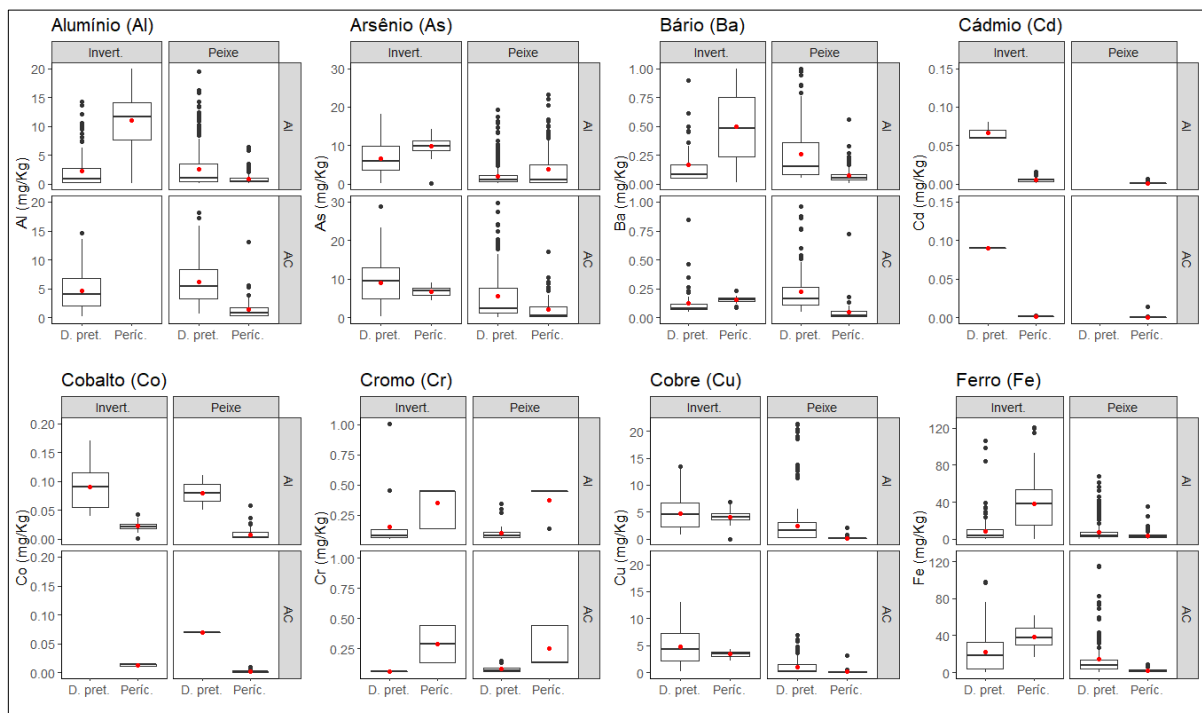
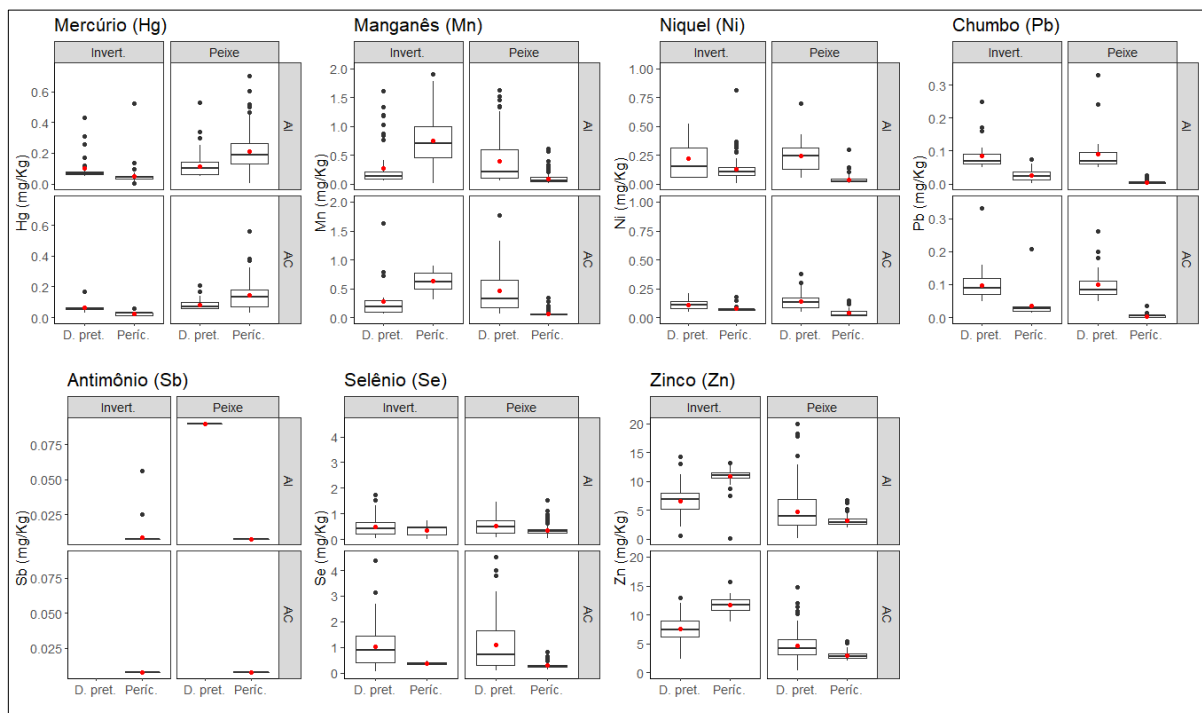


Figura 61. *Boxplots* de concentrações das substâncias químicas para peixes e invertebrados na região marinha, nas áreas de interesse e áreas controle, para os dados pretéritos e os dados do trabalho de perícia. Legenda: AI – áreas de interesse; AC – áreas controle. D. pret – dados pretéritos; Peric. – Perícia. Obs.: 1 - Os valores médios das concentrações são representados pelos pontos em vermelho. 2 - A escala dos gráficos *boxplot* foi ajustada para demonstrar os valores centrais das distribuições e não exibe, para a maior parte das substâncias, toda a dispersão de pontos de dados.





Continuação da Figura 61. *Boxplots* de concentrações das substâncias químicas para peixes e invertebrados na região marinha, nas áreas de interesse e áreas controle, para os dados pretéritos e os dados do trabalho de perícia. Legenda: AI – áreas de interesse; AC – áreas controle. D. pret – dados pretéritos; Peric. – Perícia. Obs.: 1 - Os valores médios das concentrações são representados pelos pontos em vermelho. 2 - A escala dos gráficos *boxplot* foi ajustada para demonstrar os valores centrais das distribuições e não exibe, para a maior parte das substâncias, toda a dispersão de pontos de dados.



A equipe de perícia salienta que a comparação direta dos resultados apresenta as seguintes limitações:

- Os dados pretéritos validados para a região dulcícola referem-se somente a uma área específica da região avaliada pela equipe de perícia;
- As localizações das áreas controles são distintas entre os dados pretéritos validados e os dados do trabalho realizado pela equipe de perícia;
- O conjunto das espécies coletadas que originaram as amostras para a obtenção dos dados pretéritos e os dados da perícia apresentam distinção entre algumas espécies coletadas;
- A equipe de perícia não identificou no sistema digital disponibilizado (*webtool*) a codificação de amostras, não sendo possível, portanto, verificar a correspondência dos dados apresentados em relação àqueles que constam nos documentos disponibilizados no processo;
- Não há informação na ferramenta digital (*webtool*) sobre os métodos analíticos e os limites de detecção e quantificação dos métodos analíticos utilizados para a obtenção dos dados pretéritos;
- A equipe de perícia não identificou na ferramenta digital (*webtool*) informações sobre o tratamento das concentrações censuradas para os dados pretéritos. Com isso, não foi possível distinguir se as análises que resultaram em concentrações abaixo dos limites de quantificação e/ou detecção constam no sistema e, ainda, se foram adotados valores numéricos a esses resultados.

Com relação a avaliação da segurança do alimento pescado, considerando (i) as diferenças supracitadas entre os dados pretéritos validados e os dados deste trabalho de perícia, (ii) que os dados de monitoramento são um recorte temporal do período avaliado, (iii) as lacunas das regiões de coleta existentes nos dados pretéritos, (iv) as lacunas das análises de substâncias químicas dos Tipos 1, 2, 3 e 4 nos dados pretéritos, a equipe de perícia concluiu que os dados pretéritos validados na Etapa 2A não podem ser utilizados de forma efetiva no cálculo da segurança do pescado oriundo do rio Doce, foz e região marítima do Espírito Santo.



11. Referências bibliográficas

ANVISA _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Monografias de agrotóxicos (2022). Disponível em: <https://www.gov.br/ANVISA/pt-br/acessoinformacao/dadosabertos/informacoes-analiticas/monografias-de-agrotoxicoss>
Acesso em: 25/03/2022.

ANVISA a _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Biblioteca de alimentos. (2021) Atualizada em 23.12.2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ANVISA/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-alimentos>
Acesso em: 31/01/2022.

ANVISA b _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Perguntas & Respostas. Contaminantes em alimentos. Brasília, 1ª Ed. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/ANVISA/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas/perguntas-frequentes-contaminantes_2021-final-002.pdf Acesso em: 17/11/2021.

ANVISA c _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 487, de 26 de março de 2021. Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. Publicada no DOU nº 61, de 31 de março de 2021. Disponível em: http://antigo.ANVISA.gov.br/documents/10181/5780314/RDC_487_2021_.pdf/bc2a64ea-2426-4f82-9a07-8031ce13f4df Acesso em: 17/11/2021.

ANVISA d _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN nº 88, de 26 de março de 2021. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. Publicada no DOU nº 61, de 31 de março de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-88-de-26-de-marco-de-2021-311655598> Acesso em: 17/11/2021.

ANVISA _ Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA. Relatório das Amostras Analisadas no período de 2017-2018, Primeiro ciclo do Plano Plurianual 2017-2020 (2019). Disponível em: <https://www.gov.br/ANVISA/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1> Acesso em: 25/03/2022.

ANVISA a _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia nº23 para comprovação da segurança de alimentos e ingredientes (2019). Acesso em: 21/05/2020. Disponível em: [http://antigo.ANVISA.gov.br/documents/10181/5355698/Guia+Seguran%C3%A7a+de+Alimento_s.pdf/dae93caa-7418-4b9a-97f2-2ec9ebc139e2#:~:text=Segundo%20a%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20brasileira15%2C%20a.do%20risco%20\(Figura%201\).](http://antigo.ANVISA.gov.br/documents/10181/5355698/Guia+Seguran%C3%A7a+de+Alimento_s.pdf/dae93caa-7418-4b9a-97f2-2ec9ebc139e2#:~:text=Segundo%20a%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20brasileira15%2C%20a.do%20risco%20(Figura%201).)

ANVISA b _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 295, de 29 de julho de 2019 – Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da ANVISA, e dá outras providências. Acesso em: 24.03.2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-295-de-29-de-julho-de-2019-207944205#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20os%20crit%C3%A9rios%20para,e%20IV%2C%20aliado%20ao%20art.>

ANVISA _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa - IN nº 28, de 26 de julho de 2018. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34380639/do1-2018-07-27-instrucao-normativa-in-n-28-de-26-de-julho-de-2018-34380550 Acesso em: 24/03/2021.



ANVISA _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 166, de 24 de julho de 2017. Dispõe sobre a validação de métodos analíticos e dá outras providências. Publicada no DOU nº 141, de 25 de julho de 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19194581/do1-2017-07-25-resolucao-rdc-n-166-de-24-de-julho-de-2017-19194412 Acesso em: 28/03/2022.

ANVISA _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 165, de 18 de agosto de 2006. Dispõe sobre a proibição de todos os usos do Ingrediente Ativo Lindano no Brasil. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sauodelegis/ANVISA/2006/rdc0165_18_08_2006.html Acesso em: 17/11/2021.

ANVISA _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC 269 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sauodelegis/ANVISA/2005/rdc0269_22_09_2005.html Acesso em: 34/03/2021.

ANVISA _ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 17, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para a Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. Acesso em: 21.05.2020. Disponível em: <http://portal.ANVISA.gov.br/documents/33916/393821/RESOLU%25C3%2587%25C3%2583O%2BN%25C2%25BA%2B17%2BDE%2B30%2BDE%2BABRIL%2BDE%2B1999.pdf/29b5edfe-12ae-42df-9bf1-527e99cb3f33>

ATSDR a _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances. MRL List (2022). Disponível em: <https://www.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR b _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Beryllium (2022). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp4.pdf> Acesso em: 24/03/2022.

ATSDR a _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Chlorophenols (2021). Draft for Public Comment. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp107.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR b _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Aldrin/Dieldrin (2021). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp1.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR c _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Endrin (2021). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp89.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR a _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Lead (2020). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR b _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Glyphosate (2020). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp214.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Antimony and Compounds (2019). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp23.pdf> Acesso em: 24/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Minimal Risk Levels (MRLs) – For Professionals (2018). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.html> Acesso em: 25/03/2022.



ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Toluene (2017). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Addendum to the Toxicological profile for Arsenic (2016). Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/Arsenic_addendum.pdf Acesso em: 24/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Nitrates/Nitrites Poisoning Patient Education Care Instruction Sheet (2013). Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/csem/nitrate_2013/docs/nitrite.pdf Acesso em: 01/12/2021.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Acrylamide (2012). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp203.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Ethylbenzene (2010). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp110.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR a _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Aluminum (2008). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp22.pdf> Acesso em: 24/03/2022.

ATSDR b _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Phenol (2008). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp115.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR a _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Arsenic (2007). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp2.pdf> Acesso em: 24/03/2022.

ATSDR b _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Barium and Barium Compounds (2007). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp24.pdf> Acesso em: 24/03/2022.

ATSDR a _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Health Consultation. Public Health Implications of Exposures to Low-Level Volatile Organic Compounds in Public Drinking Water. Endicott area investigation Broome County, New York (2006). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/hac/pha/endicottareainvestigation113006/endicottareainvestigationhc113006.pdf> Acesso em: 28/03/2022.

ATSDR b _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Cyanide (2006). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp8.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Tin and Tin compounds (2005). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp55.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for alpha-, beta-, gamma-, and delta-hexachlorocyclohexane (2005). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR c _ Public Health Assessment – Guidance Manual (Update) (2005). Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamanual/pdfs/phagm_final1-27-05.pdf Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Guidance Manual for the Assessment of Joint Toxic Action of Chemical Mixtures (2004). Disponível em: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/6935>

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Atrazine (2003). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp153.pdf> Acesso em: 25/03/2022.



ATSDR a _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs) (2000). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp17.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR b _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Methylene chloride (2000). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp14.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Mercury (1999). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Chlorpyrifos (1997). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp84.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Statement Thallium CAS#: 7440-28-0 (1992). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp54-c1-b.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

ATSDR _ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Silver (1990). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp146.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

BERG, M. V. D.; BIRNBAUM, L. S.; DENISON, M.; VITO, M.D.; FARLAND, W.; FEELEY, M.; FIEDLER, H.; HAKANSSON, H.; HANBERG, A.; HAWS, L.; ROSE, M.; SAFE, S.; SCHRENK, D.; TOHYAMA, C.; TRITSCHER, A.; TUOMISTO, J.; TYSKLIND, M.; WALKER, N.; PETERSON, R. E. The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. Toxicological Sciences, v. 93, n.2, p. 223–241 (2006). Disponível em: https://www.who.int/foodsafety/chem/2005_WHO_TEFs_ToxSci_2006.pdf Acesso em: 25/03/2022.

BRASIL. MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2005. Instrução Normativa MMA n. 53, de 22 de novembro de 2005. Estabelece o tamanho mínimo de captura de espécies marinhas e estuarinas do litoral sudeste e sul do Brasil. Diário oficial da União de 24 de novembro de 2005, Seção 1 Página 87.

CETESB _ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Ficha de informação toxicológica. Bifenilas Policloradas (2012). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2020/07/PCBs-Bifenilas-policloradas.pdf> Acesso em: 17/11/2021.

COC_ Committee on Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. Cancer Risk Characterisation Methods COC/G 06 – Version 1.0 (2012). Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/803675/G06_Cancer_Risk_Characterisation_v1.1.pdf . Acesso em: 10/06/2022.

COT_ Committe on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products, and the Environment. Statement on potential risks from arsenic in the diet of infants aged 0 to 12 months and children aged 1 to 5 years (2016). Disponível em: https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/finalstatementonarsenic_0.pdf Acesso em: 10/06/2022

COT_ Committe on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products, and the Environment. Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals (2003). Disponível em: <https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/vitmin2003.pdf>. Acesso em 23/11/2021.

EC _ European Commission. Scientific Committee on Health and Environmental Risks. Assessment of the Tolerable Daily Intake of Barium (2012). Disponível em: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_161.pdf Acesso em: 24/03/2022.



EC _ European Commission. COMMISSION REGULATION (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs. Disponível em: https://www.google.com/search?q=traduzir&rlz=1C1GCEB_enBR897BR897&oq=tr&ags=chrome.1.69i60j69i59i3j69i57j0i131i433i512j69i60j69i61.1167j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
Acesso em: 25/05/2022.

ECCEC _ Environment and Climate Change Canada Health. Draft screening assessment - Silver and its compounds (2020). Disponível em: <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/pded/silver/Draft-screening-assessment-silver-compounds.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA _ European Food Safety Authority. Mercury. Mercury in food (2022). Disponível em: https://ec.europa.eu/food/safety/chemical-safety/contaminants/catalogue/mercury_en#:~:text=Fish%20%26%20other%20seafood%2C%20non%2D,classes%2C%20followed%20by%20fish%20products Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a __ European Food Safety Authority. Lower bound estimate (2021). Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/glossary/upper-bound-estimate> Acesso em: 11/11/2021.

EFSA b __ European Food Safety Authority. Upper bound estimate (2021). Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/glossary/lower-bound-estimate> Acesso em: 11/11/2021.

EFSA c _ European Food Safety Authority. Acrylamide (2021). Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/acrylamide> Acesso em: 19/11/2021.

EFSA d _ European Food Safety Authority. Safety assessment of titanium dioxide (E171) as a food additive (2021). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2021.6585> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Mercury. Review of Potentially Toxic Rare Earth Elements, Thallium and Tellurium in Plant-based Foods (2020). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.e181101> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Update of the risk assessment of nickel in food and drinking water (2020). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6268> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a __ European Food Safety Authority. Risk evaluation of chemical contaminants in food in the context of RASFF notifications: Rapid Assessment of Contaminant Exposure tool (RACE) (2019). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1625> Acesso em: 28/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Evaluation of the health risks related to the presence of cyanogenic glycosides in foods other than raw apricot kernels (2019). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2019.5662> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a __ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Re-evaluation of silicon dioxide (E 551) as food additive (2018). <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5088> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b __ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Re-evaluation of calcium silicate (E 552), magnesiumsilicate (E 553a(i)), magnesium trisilicate (E 553a(ii)) and talc (E 553b) as food additives (2018). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5375> Acesso em: 25/03/2022.



EFSA _ European Food Safety Authority. Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment (2017). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4658> Acesso em: 01/12/2021.

EFSA __ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Safety of organic silicon (monomethylsilanetriol, MMST) as a novel food ingredient for use as a source of silicon in food supplements and bioavailability of orthosilicic acid from the source (2016). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5375> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a_ European Food Safety Authority. Refined risk assessment regarding certain maximum residue levels (MRLs) of concern for the active substance chlorpyrifos (2015). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4142> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Reasoned Opinion. Reasoned opinion on the setting of a new maximum residue level for atrazine in cereals (2015). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4126> Acesso em: 25/03/2022

EFSA c _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion on acrylamide in food (2015). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4104> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water (2014). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2014.3595> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for molybdenum. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2013). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2013.3333> Acesso em: 01/12/2021.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Scientific Opinion on the toxicological evaluation of phenol (2013). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2013.3189> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food (2012). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2985> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific report of EFSA. Cadmium dietary exposure in the European population (2012). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2551> Acesso em: 24/03/2022.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Scientific Opinion on the risk to public health related to the presence of high levels of dioxins and dioxin-like PCBs in liver from sheep and deer (2011). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2297> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2011). Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/consultation/110712%2C0.pdf> Acesso em: 02/12/2021.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Technical report submitted to EFSA – Selected trace and ultratrace elements: Biological role, content in feed and requirements in animal nutrition – Elements for risk assessment (2010). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2010.EN-68> Acesso em: 25/03/2022.



EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Scientific Opinion on Lead in Food (2010). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1570> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Scientific Opinion on the use of cobalt compounds as additives in animal nutrition (2009). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1383> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Arsenic in Food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2009). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1351> Acesso em: 24/03/2022.

EFSA c _ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Choline-stabilised orthosilicic acid added for nutritional purposes to food supplements (2009). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.948> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA d _ European Food Safety Authority. Scientific Opinion. Uranium in foodstuffs, in particular mineral water (2009). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1018> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA e _ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Calcium silicate and silicon dioxide/silicic acid gel added for nutritional purposes to food supplements (2009). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1132> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA _ European Food Safety Authority. Safety of aluminium from dietary intake. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC), (2008). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.754> Acesso em: 24/03/2022.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment (2006). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2007.438> Acesso em: 28/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals (2006). Disponível em: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf Acesso em: 01/12/2021

EFSA a _ European Food Safety Authority. EFSA _ European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the presence of non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food (2005). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2005.284> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to gamma-HCH and other hexachlorocyclohexanes as undesirable substances in animal feed (2005). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2005.250> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA a _ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs, 2004. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2004.102> Acesso em: 25/03/2022.

EFSA b _ European Food Safety Authority. Scientific opinion. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Silicon. (2004). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2004.60> Acesso em: 25/03/2022.



EPA _ U.S. Environmental Protection Agency's. Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for Titanium (CASRN 7440-32-6) (2010). Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/Titanium.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency. Toxicological review of thallium and compounds (2009). Disponível em: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1012tr.pdf Acesso em: 25/03/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency. Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for Lithium (CASRN 7439-93-2). Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/Lithium.pdf> Acesso em: 18/04/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency. Reregistration Eligibility Decision for Acephate (2006). Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/200008Q8.PDF?Dockkey=200008Q8.PDF> Acesso em: 25/03/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (2005). Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf Acesso em: 28/03/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency's. Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments (1993). Disponível em: <https://www.epa.gov/iris/reference-dose-rfd-description-and-use-health-risk-assessments#1.6> Acesso em: 25/03/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency's. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary. Silver; CASRN 7440-22-4 (1991). Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0099_summary.pdf Acesso em: 25/03/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency's. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary. 2,4,6-Trichlorophenol; CASRN 88-06-2 (1990). Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0122_summary.pdf Acesso em: 25/03/2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency's. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary. Polychlorinated biphenyls (PCBs); CASRN 1336-36-3 (1989). Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0294_summary.pdf Acesso em: 25/03/2022.

EPA a _ U.S. Environmental Protection Agency's. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary. 2,4,5-Trichlorophenol; CASRN 95-95-4 (1987). Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0121_summary.pdf Acesso em: 25/03/2022.

EPA b _ U.S. Environmental Protection Agency's. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary. technical Hexachlorocyclohexane (t-HCH); CASRN 608-73-1 (1987). Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0165_summary.pdf Acesso em: 25/03/2022.

FAO & WHO. FAO _ Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. Codex Alimentarius Commission – Procedural Manual twenty-seventh edition. Rome, 254 p. (2019). Disponível em: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA2329EN/> Acesso em: 28/03/2022.

FAO & WHO_ Food and Agriculture Organization of The United Nations & World Health Organization. Discussion paper on the review of the guideline levels for methylmercury in fish and predatory fish. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FShared%252BDocuments%252FArchive%252FMeetings%252FCCCF%252Fcccf7%252Fcf07_16e.pdf Acesso em: 28/06/2022.



FAO & WHO_ Food and Agriculture Organization of The United Nations & World Health Organization. Safety evaluation of certain food additives and contaminants (2012). Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44813/9789241660655_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 18/11/2021.

FAO & WHO_ Food and Agriculture Organization of The United Nations & World Health Organization. Joint Meeting on Pesticide Residues (2005). Toxicological monographs and monograph addenda. Acephate (addendum). Acesso em: 24/03/2022. Disponível em <https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v2005pr02.pdf>

FAO & WHO_ Food and Agriculture Organization of The United Nations & World Health Organization. Assuring Food Safety and Quality: Guidelines for Strengthening National Food Control Systems. Rome (2003). Disponível em: <https://www.fao.org/3/y8705e/y8705e00.htm> Acesso em: 18/11/2021.

FAO & WHO_ Food and Agriculture Organization of The United Nations & World Health Organization. Evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants (1992). Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40033/WHO_TRS_828.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 25/03/2022.

FAO_ Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines for rapid risk analysis following instances of detection of contaminants in food where there is no regulatory level. CXG 92-2019 (2019). Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXG%2B92-2019%252FCXG_092e.pdf Acesso em: 20/11/2021.

FAO_ Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dietary Assessment A resource guide to method selection and application in low resource settings (2018). Disponível em: <https://www.fao.org/3/i9940en/i9940EN.pdf> Acesso em: 14/05/2020

FAO_ Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food safety risk management: Evidence-informed policies and decisions, considering multiple factors (2017). Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-y4705e.pdf> Acesso em: 14/05/2020.

FAO_ Food and Agriculture Organization of The United Nations. Food Safety Risk Analysis – A Guide for National Food Safety Authorities. Rome (2006). Disponível em: <https://www.fao.org/3/a0822e/a0822e00.htm> Acesso em: 19/11/2021.

FAO_ Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Safety Risk Analysis PART I An Overview and Framework Manual (2005). Acesso em: 14/05/2020. Disponível em: http://116.91.128.18/sonota/foodsafety_riskanalysis.pdf

FAO_ Food and Agriculture Organization of The United Nations. Pesticide residues in food 2002 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (2002). Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb2760en/CB2760EN.pdf> Acesso em: 18/04/2022.

FAO_ Food and Agriculture Organization of the United Nations. Application of risk analysis to food standards issues (1995). Disponível em: <https://www.fao.org/3/ae922e/ae922e00.htm> Acesso em: 14/05/2020.

Food Allergy Canada. Sulphites (2021). Disponível em: <https://foodallergycanada.ca/food-allergy-basics/food-allergies-101/what-are-food-allergies/sulphites/> Acesso em: 02/12/2021

FSAI_ Food Safety Authority of Ireland. The Safety of Vitamins and Minerals in Food Supplements – Establishing Tolerable Upper Intake Levels and a Risk Assessment Approach for Products Marketed in Ireland (Revision 2) (2019). Disponível em: https://www.fsai.ie/resources_publications.html. Acesso em 23/11/2021.



GRANDJEAN, P. Individual susceptibility to toxicity. *Toxicology Letters*, v. 64–65, p. 43-51, 1992. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/037842749290171F?via%3Dihub> Acesso em: 28/03/2022.

GUNTENMANN, W.H.; LISK, D.J. Higher average mercury concentration in fish fillets after skinning and fat removal. *Journal of Food Safety*, v. 11, n. 2, p. 99-103, 1990. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230174247_Higher_average_mercury_concentration_in_fish_fillets_after_skinning_and_fat_removal Acesso em: 28/03/2022.

IARC _ International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans (2022). Acesso em: 24/03/2022. Disponível em: <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications> Acesso em: 24/03/2022.

IARC _ International Agency for Research on Cancer. Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts (2012). Disponível em: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Arsenic-Metals-Fibres-And-Dusts-2012> Acesso em: 24/03/2022.

IARC _ International Agency for Research on Cancer Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Industrial Chemicals, Volume 77 (2000). Disponível em: <https://publications.iarc.fr/95> Acesso em: 24/03/2022.

IARC _ International Agency for Research on Cancer. Re-evaluation of Some Organic Chemicals, Hydrazine and Hydrogen Peroxide (Part 1, Part 2, Part 3) (1999). Disponível em: <https://publications.iarc.fr/89> Acesso em: 24/03/2022.

JECFA _ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Supplement 1: Non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (2016). Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/246225/9789241661713-eng.pdf;jsessionid=A4F848540F02AE02D268A2C15EE60CB9?sequence=1> Acesso em: 25/03/2022.

JECFA _ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants, 77th Report. (2013). Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/98388/9789241209830_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 25/03/2022.

JECFA _ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain contaminants in food, 72th Report. (2011). Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44514/WHO_TRS_959_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 25/03/2022.

JECFA _ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 72th Meeting. Summary and Conclusions (2010). Disponível em: <https://www.fao.org/3/at868e/at868e.pdf> Acesso em: 25/03/2022.

JECFA _ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Codex Committee on Food Additives and Contaminants, 34th Session. Proposed Draft Maximum levels for Tin (2002). Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/zh/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FShared%252FDocuments%252FArchive%252FMeetings%252FCCFAC%252Fccfac34%252Ffa02_25e.pdf Acesso em: 25/03/2022.

JECFA _ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Titanium dioxide (1969). Disponível em: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/2723> Acesso em: 25/03/2022.



LANG, F. Encyclopedia of Molecular Mechanisms of Disease. Cobalt Deficiency (2009). Acesso em: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-540-29676-8_365 Acesso em: 01/12/2021.

MAPA _ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa - IN nº 20 de 26 de julho de 2018 que aprovou o plano de amostragem e limites de referência para o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal - PNCRC de 2018 para as cadeias de carnes bovina, suína, caprina, ovina, equina, coelho, aves, avestruz, de leite, pescado, mel e ovos. § 1º O plano de amostragem e limites de referência de que trata o caput será publicado no sítio eletrônico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Publicada no DOU em 31 de julho de 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/PlanoAmostragemPNCRC2018INPortugus.pdf> Acesso em: 10/08/2022.

MINAS GERAIS. IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. 2003. Portaria IEF n. 111, de 16 de outubro de 2003. Estabelece tamanhos mínimos para captura e transporte de espécies nativas de peixes das bacias hidrográficas de Minas Gerais. Diário do Executivo - Minas Gerais, 17 de outubro de 2003.

Ministry of the Environment Government of Japan. Substance: Titanium and its compounds (2021). Disponível em: https://www.env.go.jp/en/chemi/chemicals/profile_erac/profile8/pf1-08.pdf Acesso em: 25/03/2022

NASEM a _ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. Appendix J Dietary Reference Intakes Summary Tables. Washington, DC; The National Academies Press (2019). Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ_tab3/?report=objectonly Acesso em: 24/03/2022.

NASEM b _ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Elements (2019). Appendix J Dietary Reference Intakes Summary Tables. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ_tab9/?report=objectonly Acesso em: 25/03/2022.

NASEM_ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2011). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56068/table/summarytables.t4/?report=objectonly> Acesso em: 17/06/2022.

NIH _ National Institutes of Health. Nutrient Recommendations: Dietary Reference Intakes (DRI). Glossary (2022). Disponível em: https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary_Reference_Intakes.aspx Acesso em: 02/12/2021.

NIH a _ National Institutes of Health – Officer of Dietary Supplements. Copper (2021). Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Copper-HealthProfessional/#h7>. Acesso em: 01/12/2021.

NIH b _ National Institutes of Health – Officer of Dietary Supplements. Chromium (2021). Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Chromium-HealthProfessional/#h7> Acesso em: 01/12/2021.

NIH c _ National Institutes of Health – Officer of Dietary Supplements. Iron (2021). Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/#h8> Acesso em: 01/12/2021

NIH d _ National Institutes of Health – Officer of Dietary Supplements. Phosphorus (2021). Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Molybdenum-HealthProfessional/#h5> Acesso em: 01/12/2021



NIH e _ National Institutes of Health – Officer of Dietary Supplements. Molybdenum. 2021. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Phosphorus-HealthProfessional/#h8> Acesso em: 01/12/2021.

NIH f _ National Institutes of Health. Potassium. 2021. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Potassium-HealthProfessional/#h5> Acesso em: 02/12/2021

NIH g _ National Institutes of Health. Selenium (2021). Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/#h8> Acesso em: 02/12/2021

NIH_ National Institutes of Health. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements (2006). Disponível em: https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/DRIEssentialGuideNutReq.pdf Acesso em: 02/12/2021.

NIMNI, M. E.; HAN, BO.; CORDOBA, F. Are we getting enough sulfur in our diet? Nutrition & Metabolism. v. 4, n.4, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2198910/> Acesso em: 02/12/2021

OLSON, K.R.; ANDERSON, I.B.; BENOWITZ, N. L.; BLANC, P. D.; CLARK, R. F.; KEARNEY, T. E.; KIM-KATZ, S. Y.; WU, A. H. B. Manual de Toxicologia Clínica. 6. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: AMGH, 2014.

OPAS & WHO _ Pan American Health Organization and World Health Organization. Perspectiva sobre a análise de risco na segurança dos alimentos. Curso de sensibilização. Rio de Janeiro: Área de Vigilância Sanitária, Prevenção e Controle de Doenças (2008). Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34152/perspectivaanalise-por.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 21/05/2020.

RAIS – Risk Assessment Information System. Toxicity Profiles. Formal toxicity summary for silver (1992). Disponível em: https://rais.ornl.gov/tox/profiles/silver_f_V1.html#t3 Acesso em: 25/03/2022.

RISHER, J.F., DeROSA, C.T. The precision, uses, and limitations of public health guidance values. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, v.3, n.5, p. 681-700, 1997. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807039709383728> Acesso em: 25/03/2022

SCF_ Scientific Committee on Food. European Commission. Opinion on certain aromatic hydrocarbons present in food (1999). Disponível em: https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-12/sci-com_scf_out24_en.pdf Acesso em: 25/03/2022.

SCHWAB, B. W., HAYES, E. P., FIORI, J. M., MASTROCCO, F. J., RODEN, N. M., CRAGIN, D., MEYERHOV, R. D., D'ACO, V. J., ANDERSON, P. D. Human pharmaceuticals in US surface waters: A human health risk assessment. Regulatory Toxicology and Pharmacology, v. 42, p. 296–312, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15979221/> Acesso em: 25/03/2022.

STEIN, L. Y., KLOTZ, M.G. The nitrogen cycle. v. 26, ed. 3, p. R94-R98, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982215015183> Acesso em: 28/03/2022.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2000. Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories – Volume 1: Fish Sampling and Analysis, 3rd edition. USEPA, EPA-823-B-00-007. Office of Water (4305), Washington DC.



WHO & IPCS. World Health Organization and International Programme on Chemical Safety. Harmonization Project Document N°. 6 – Part 1: Guidance document on characterizing and communicating uncertainty in exposure assessment (2008). Disponível em: <https://www.who.int/ipcs/methods/harmonization/areas/uncertainty%20.pdf> Acesso em: 28/03/2022.

WHO _ World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality (2017). Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf> Acesso em: 19/11/2021.

WHO _ World Health Organization. Barium in Drinking-water (2016). Disponível em: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/barium-background-jan17.pdf Acesso em: 24/03/2022.

WHO _ World Health Organization. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food (2009). Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241572408> Acesso em: 19/11/2021.

WHO _ World Health Organization. Silver in Drinking-water (1996). Disponível em: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/silver.pdf Acesso em: 19/11/2021.

WHO _ World Health Organization. International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental health criteria 24. Titanium (1982). Disponível em: <https://incem.org/documents/ehc/ehc/ehc24.htm#PartNumber:2> Acesso em: 25/03/2022.

XIONG, B.; LOSS, R. D.; SHIELDS, D.; PAWLIK, T.; HOCHREITER, R.; A. L. ZYDNEY.; KUMAR, M. Polyacrylamide degradation and its implications in environmental systems. Npj Clean Water, v. 1, n.17, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41545-018-0016-8> Acesso em: 08/04/2022.

ZABIK, M.E.; ZABIK, M.J.; BOOREN, A.L.; NETTLES, M.; SONG, J-H.; WELCH, R.; HUMPHREY, H. Pesticides and total polychlorinated biphenyls in chinook salmon and carp harvested from the great lakes: effects of skin-on and skin-off processing and selected cooking methods. J. Agric. Food Chem., v. 43, p. 993-1001, 1995. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00052a029?journalCode=jafcau&> Acesso em: 28/03/2022.

Zang, X.; Gandhi, N.; Bhavsar, S.P.; Ho, L.S.W. Effects of skin removal on contaminant levels in salmon and trout filets. Science of the total environment, v. 443, 2018-225, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23186633/#:~:text=Concentrations%20of%20all%20the%20lipophilic,but%20not%20of%20rainbow%20trout.> Acesso em: 28/03/2022.





VICENTE MELLO
Executive Director / Diretor Executivo



LUIZ EDUARDO FARIAS VILLAS BÔAS
Technical Director / Diretor Técnico



ALESSANDRO NASSER
Technical Director / Diretor Técnico



FABIO TEODORO GOEBEL
Technical Director / Diretor Técnico



VICTOR CARVALHO MORAIS SILVA
Technical Manager / Gerente Técnico



12. Anexos



Anexo 1. Lista de espécies alvo coletadas

Conforme explicado no item 2 deste documento, as espécies de peixes foram classificadas em predadores e não predadores.

Foram considerados organismos do grupo dos predadores as espécies de organismos referidos na literatura como carnívoros, e que, portanto, se alimentam primariamente de presas animais como peixes e invertebrados bentônicos.

Organismos cuja dieta não seja baseada primariamente em itens animais, como os herbívoros, ou que praticassem consumo de maior variedade de itens alimentares, como os onívoros, e/ou cujos itens alimentares sejam menos específicos ou ligados a recursos obtidos através de contato íntimo com o sedimento, como os detritívoros/iliófagos, foram classificados como “não-predadores”. Embora organismos planctônicos também possam ser consumidores de animais do zooplâncton, esses foram categorizados como “não-predadores”.



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|----------------------------------|--------------------------|---------------|
| ORDEM CHARACIFORMES | | |
| Família Erythrinidae | | |
| <i>Hoplias intermedius</i> | traira, trairão | P |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | traira | P |
| Família Serrasalminidae | | |
| <i>Pygocentrus nattereri</i> | piranha-vermelha | P |
| Família Anostomidae | | |
| <i>Megaleporinus conirostris</i> | piau-branco | NP |
| Família Prochilodontidae | | |
| <i>Prochilodus argenteus</i> | curimatã-pacu | NP |
| <i>Prochilodus costatus</i> | curimatã | NP |
| <i>Prochilodus vimboides</i> | curimatã | NP |
| Família Bryconidae | | |
| <i>Salminus brasiliensis</i> | dourado | P |
| ORDEM SILURIFORMES | | |
| Família Loricariidae | | |
| <i>Delturus carinotus</i> | cascudo-laje | NP |
| <i>Hypostomus affinis</i> | Cascudo | NP |
| <i>Hypostomus luetkeni</i> | Cascudo | NP |
| <i>Loricariichthys castaneus</i> | Cascudo, cascudo-chinelo | NP |
| Família Pimelodidae | | |
| <i>Pimelodus maculatus</i> | mandi, mandi-açu | NP |
| Família Pseudopimelodidae | | |
| <i>Lophiosilurus alexandri</i> | pacamã | P |
| Família Ariidae | | |
| <i>Genidens genidens</i> | bagre-guri | P |
| ORDEM CARANGIFORMES | | |
| Família Centropomidae | | |
| <i>Centropomus paralellus</i> | bobalo-peva | P |
| <i>Centropomus undecimalis</i> | robalo-flexa | P |
| ORDEM CICHLIFORMES | | |
| Família Cichlidae | | |
| <i>Cichla kelberi</i> | tucunaré | P |
| <i>Coptodon rendalli</i> | tilápia | NP |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | tilápia | NP |



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|--|-------------|---------------|
| ORDEM PERCIFORMES (sedis mutabilis) | | |
| Família Sciaenidae | | |
| <i>Pachyurus adspersus</i> | corvina | P |

Tabela A1-1. Lista de espécies coletadas no trabalho de perícia na região dulcícola. Legenda: P – predador e NP – não predador.



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|--|------------------|---------------|
| ORDEM CHARACIFORMES | | |
| Família Erythrinidae | | |
| <i>Hoplias intermedius</i> | traira, trairão | P |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | traira | P |
| Família Serrasalminidae | | |
| <i>Pygocentrus nattereri</i> | piranha-vermelha | P |
| Família Anostomidae | | |
| <i>Megaleporinus conirostris</i> | piau-branco | NP |
| Família Prochilodontidae | | |
| <i>Prochilodus argenteus</i> | curimatã-pacu | NP |
| ORDEM SILURIFORMES | | |
| Família Loricariidae | | |
| <i>Hypostomus affinis</i> | Cascudo | NP |
| Família Pimelodidae | | |
| <i>Pimelodus maculatus</i> | mandi, mandi-açu | NP |
| Família Clariidae | | |
| <i>Clarias gariepinus</i> | bagre-africano | NP |
| Família Ariidae | | |
| <i>Genidens genidens</i> | bagre-guri | P |
| ORDEM CARANGIFORMES | | |
| Família Centropomidae | | |
| <i>Centropomus paralellus</i> | bobalo-peva | P |
| <i>Centropomus undecimalis</i> | robalo-flexa | P |
| ORDEM CICHLIFORMES | | |
| Família Cichlidae | | |
| <i>Cichla kelberi</i> | tucunaré | P |
| ORDEM PERCIFORMES (sedis mutabilis) | | |
| Família Lutjanidae | | |
| <i>Lutjanus jocu</i> | baúna-de-fogo | P |
| Família Gerreidae | | |
| <i>Eugerres brasiliensis</i> | caratinga | P |
| Família Sciaenidae | | |
| <i>Menticirrhus americanus</i> | betara | P |
| <i>Micropogonias furnieri</i> | corvina | P |
| INVERTEBRADOS | | |
| SUBFILO CRUSTACEA | | |
| ORDEM DECAPODA | | |
| Família Portunidae | | |



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| <i>Callinectes bocourti</i> | siri-vermelho | Inv |
| <i>Callinectes danae</i> | siri-azul | Inv |
| <i>Callinectes sapidus</i> | siri-azul | Inv |

Tabela A1-2. Lista de espécies coletadas no trabalho de perícia na região estuarina. Legenda: P – predador, NP – não predador e Inv – invertebrados.



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|--|--------------------------|---------------|
| ORDEM CHARACIFORMES | | |
| Família Prochilodontidae | | |
| <i>Prochilodus argenteus</i> | curimatã-pacu | NP |
| ORDEM SILURIFORMES | | |
| Família Ariidae | | |
| <i>Cathorops spixii</i> | bagre-amarelo | P |
| ORDEM CARANGIFORMES | | |
| Família Centropomidae | | |
| <i>Centropomus paralellus</i> | robalo-peva | P |
| ORDEM PERCIFORMES (sedis mutabilis) | | |
| Família Haemulidae | | |
| <i>Conodon nobilis</i> | coró | P |
| Família Sciaenidae | | |
| <i>Cynoscion acoupa</i> | pescada-verdadeira | P |
| <i>Cynoscion jamaicensis</i> | Pescada, goete | P |
| <i>Cynoscion virescens</i> | Pescada, pescada-cambucu | P |
| <i>Macrodon ancylodon</i> | pescada | P |
| <i>Menticirrhus americanus</i> | betara | P |
| <i>Micropogonias furnieri</i> | corvina | P |
| <i>Nebris microps</i> | pescada | P |
| <i>Paralichthys brasiliensis</i> | maria-luiza | P |
| <i>Stellifer brasiliensis</i> | cangoá | P |
| INVERTEBRADOS | | |
| SUBFILO CRUSTACEA | | |
| ORDEM DECAPODA | | |
| Família Penaeidae | | |
| <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> | Camarão-sete-barbas | Inv |

Tabela A1-3. Lista de espécies coletadas pela no trabalho de perícia na região marinha. Legenda: P – predador, NP – não predador e Inv – invertebrados.



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|---|------------------|---------------|
| ORDEM CHARACIFORMES | | |
| Família Erythrinidae | | |
| <i>Hoplias intermedius</i> | traira, trairão | P |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | traira | P |
| Família Serrasalminidae | | |
| <i>Colossoma macropomum</i> | tambaqui | NP |
| Híbrido: <i>P. mesopotamicus</i> x <i>C. macropomum</i> | tambacu | P |
| <i>Pygocentrus nattereri</i> | piranha-vermelha | P |
| Família Anostomidae | | |
| <i>Megaleporinus conirostris</i> | piáu-branco | NP |
| Família Prochilodontidae | | |
| <i>Prochilodus argenteus</i> | curimatã-pacu | NP |
| ORDEM SILURIFORMES | | |
| Família Loricariidae | | |
| <i>Pterygoplichthys pardalis</i> | casquito | NP |
| Família Clariidae | | |
| <i>Clarias gariepinus</i> | bagre-africano | NP |
| ORDEM CICHLIFORMES | | |
| Família Cichlidae | | |
| <i>Cichla kelberi</i> | tucunaré | P |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | tilápia | NP |

Tabela A1-4. Lista de espécies coletadas no trabalho de perícia em cultivos. Legenda: P – predador e NP – não predador.



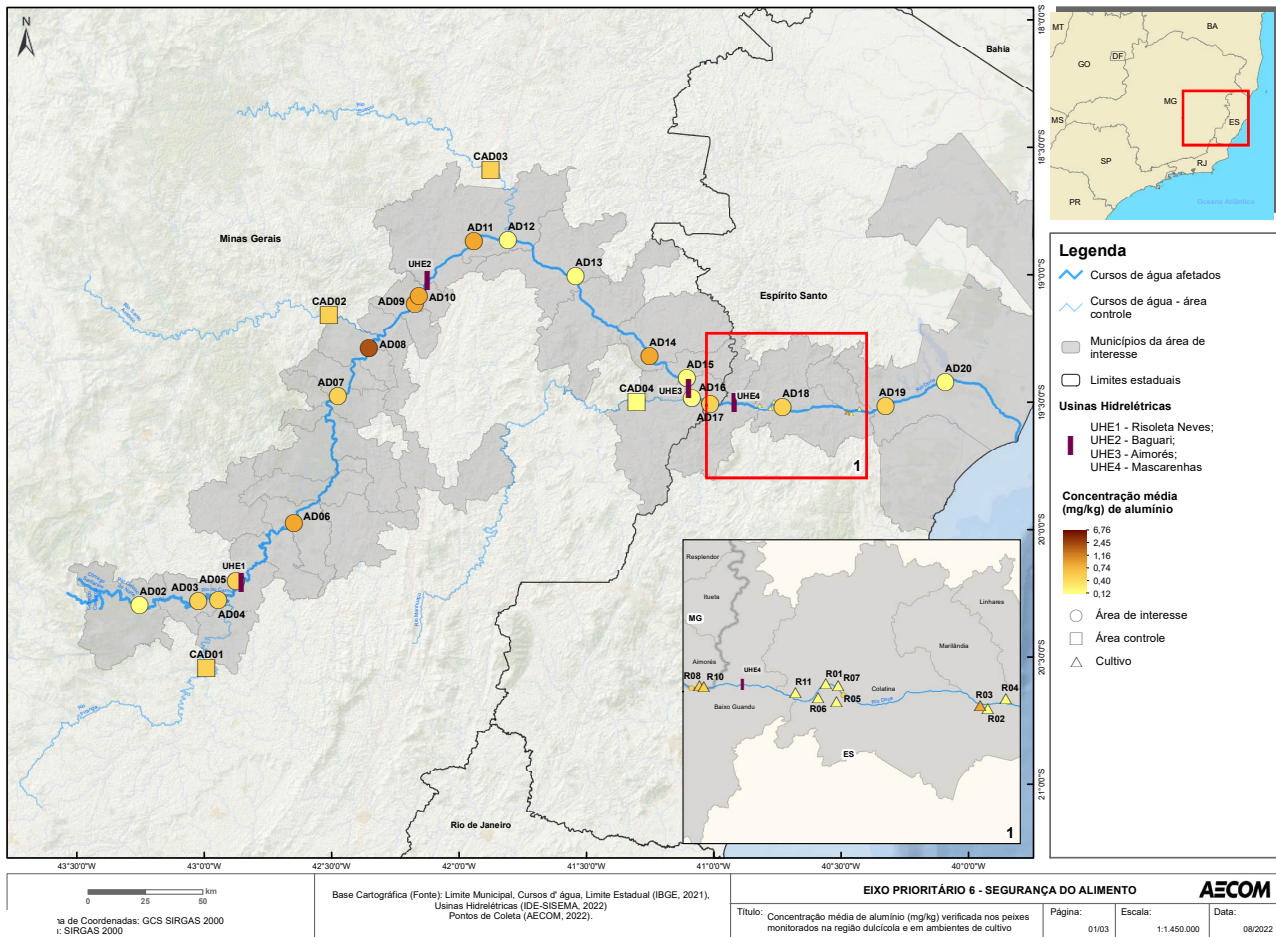
Anexo 2. Laudos analíticos pescado

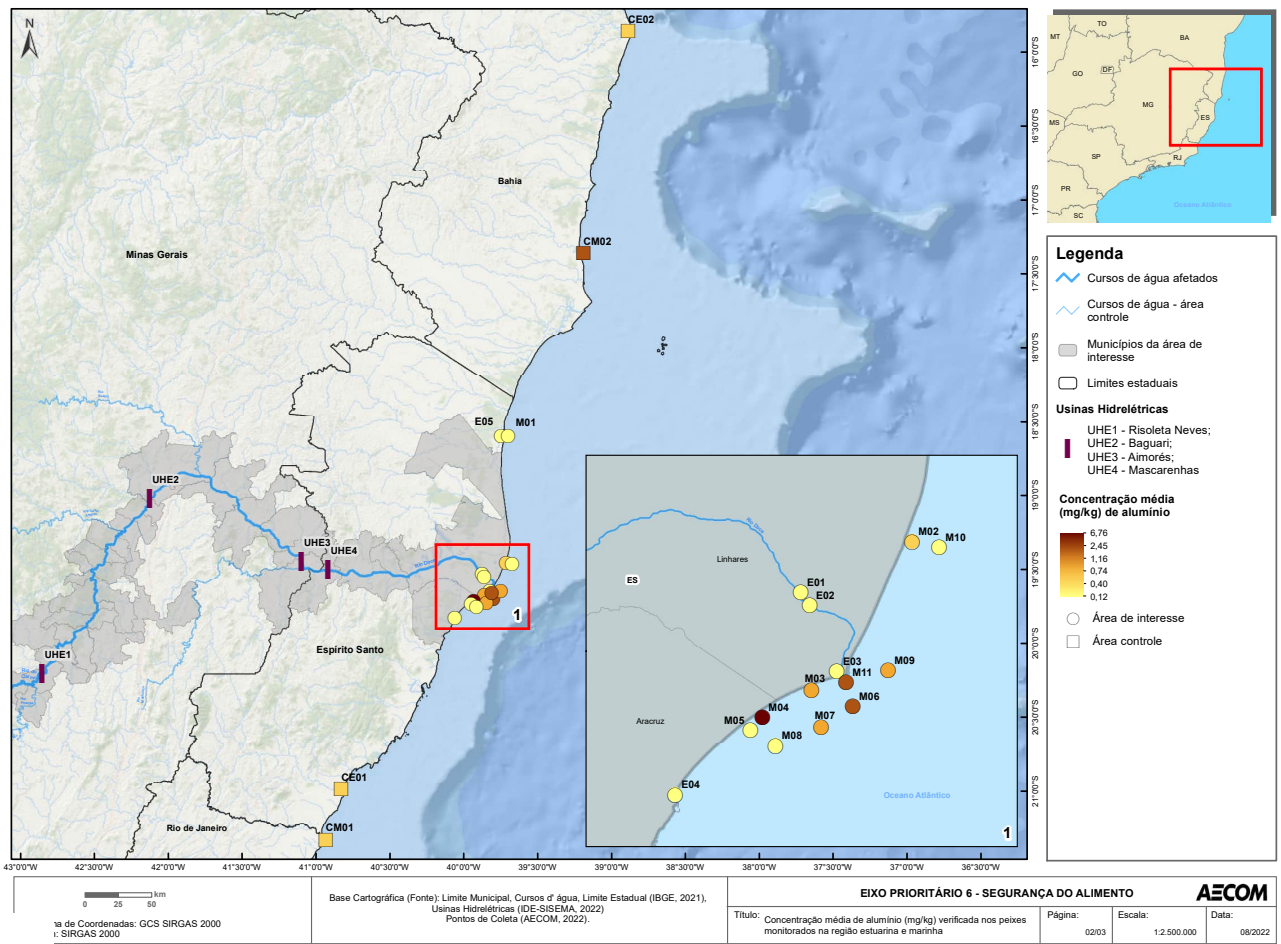
Os laudos analíticos do pescado estão apresentados em documentos anexos.

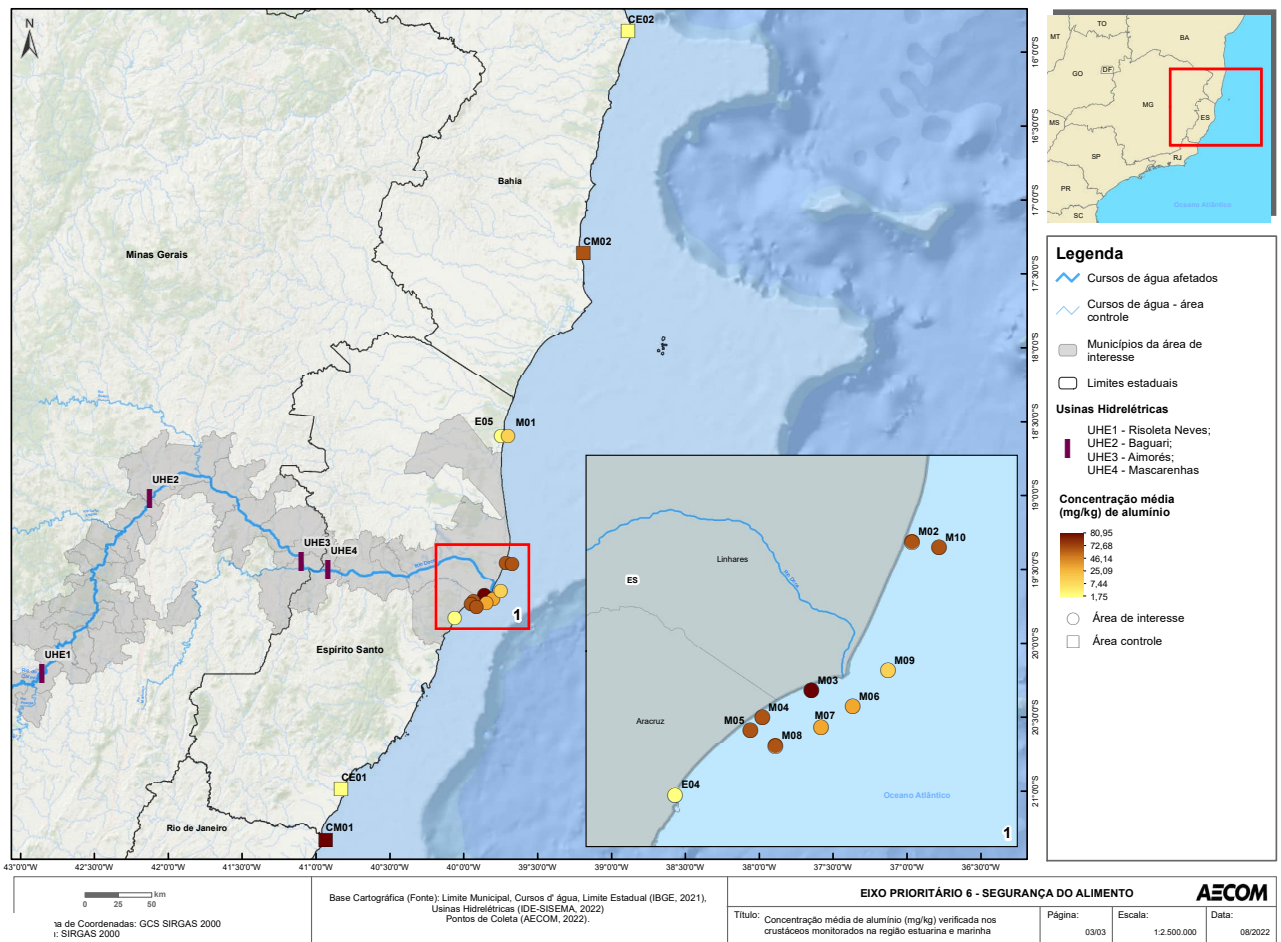


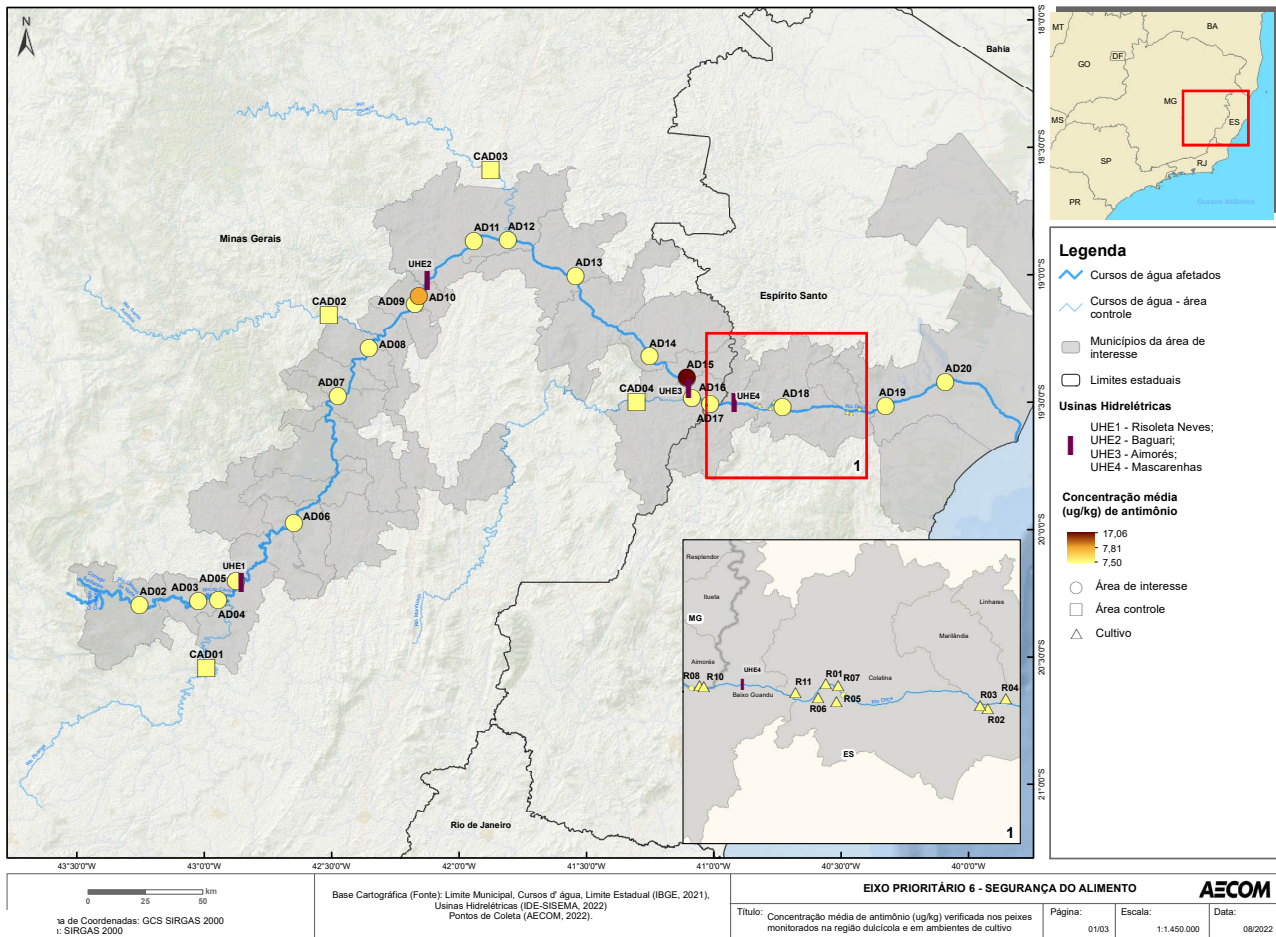
Anexo 3. Mapas de concentrações das substâncias químicas do Tipo 1

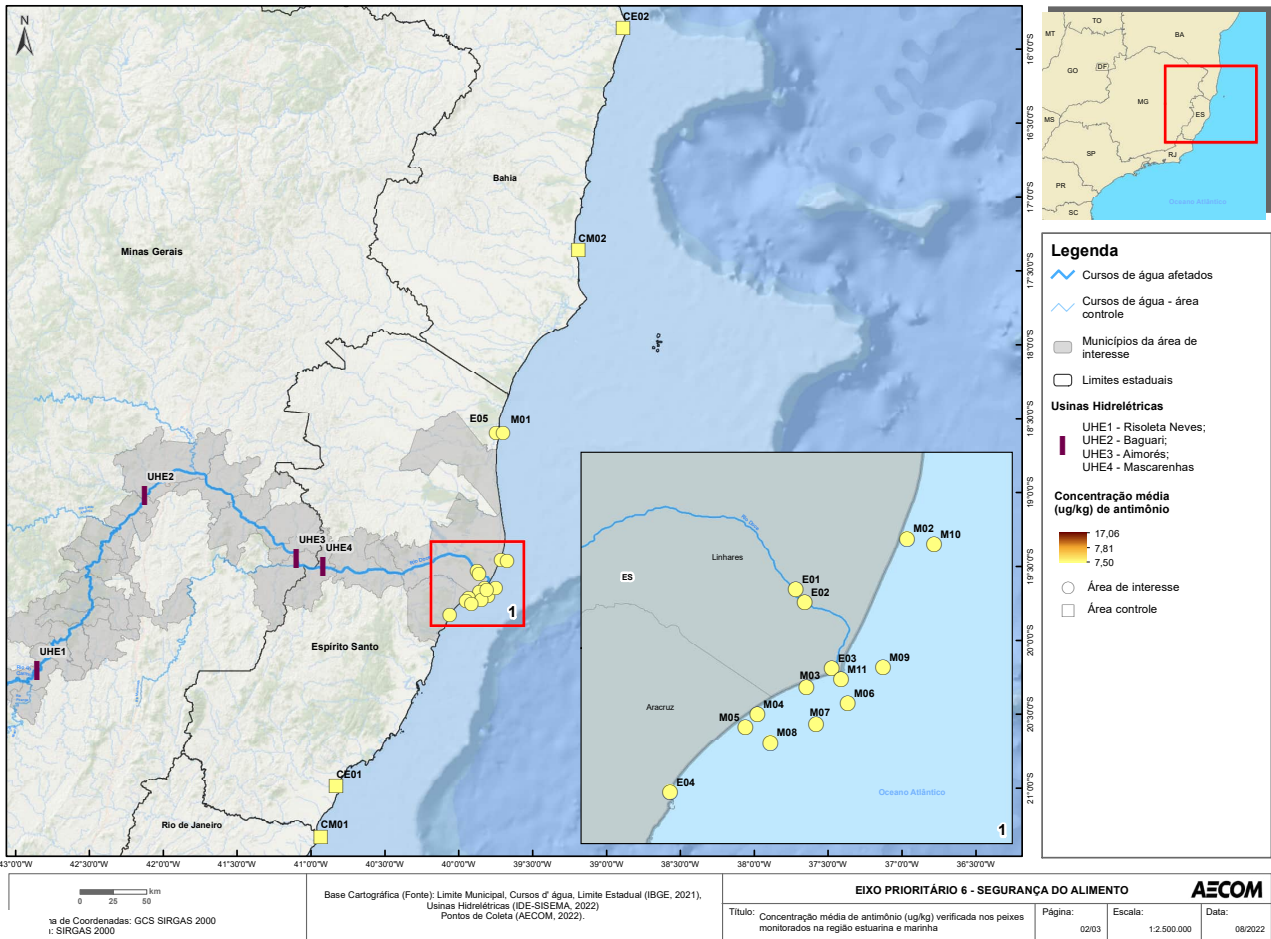


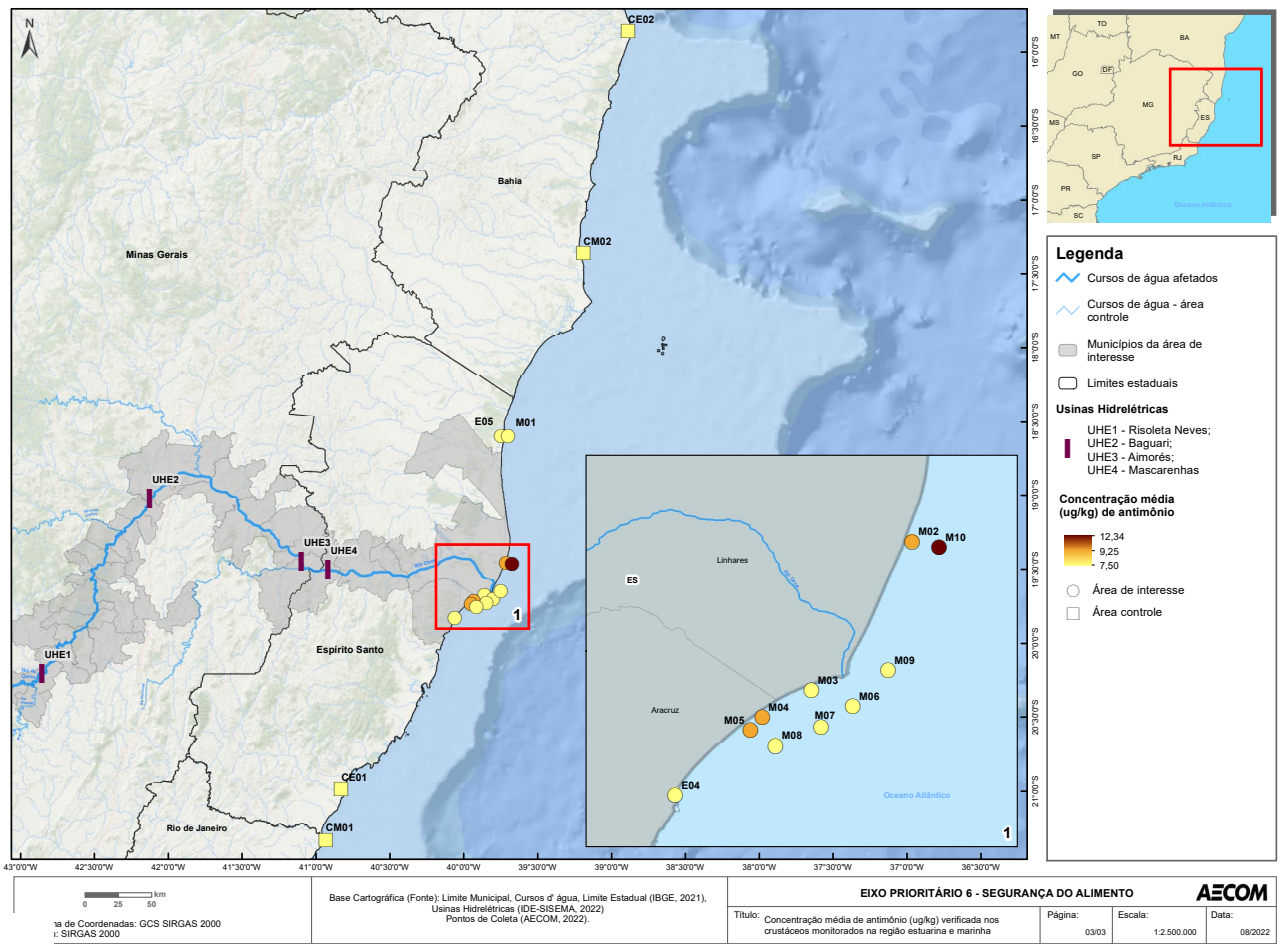


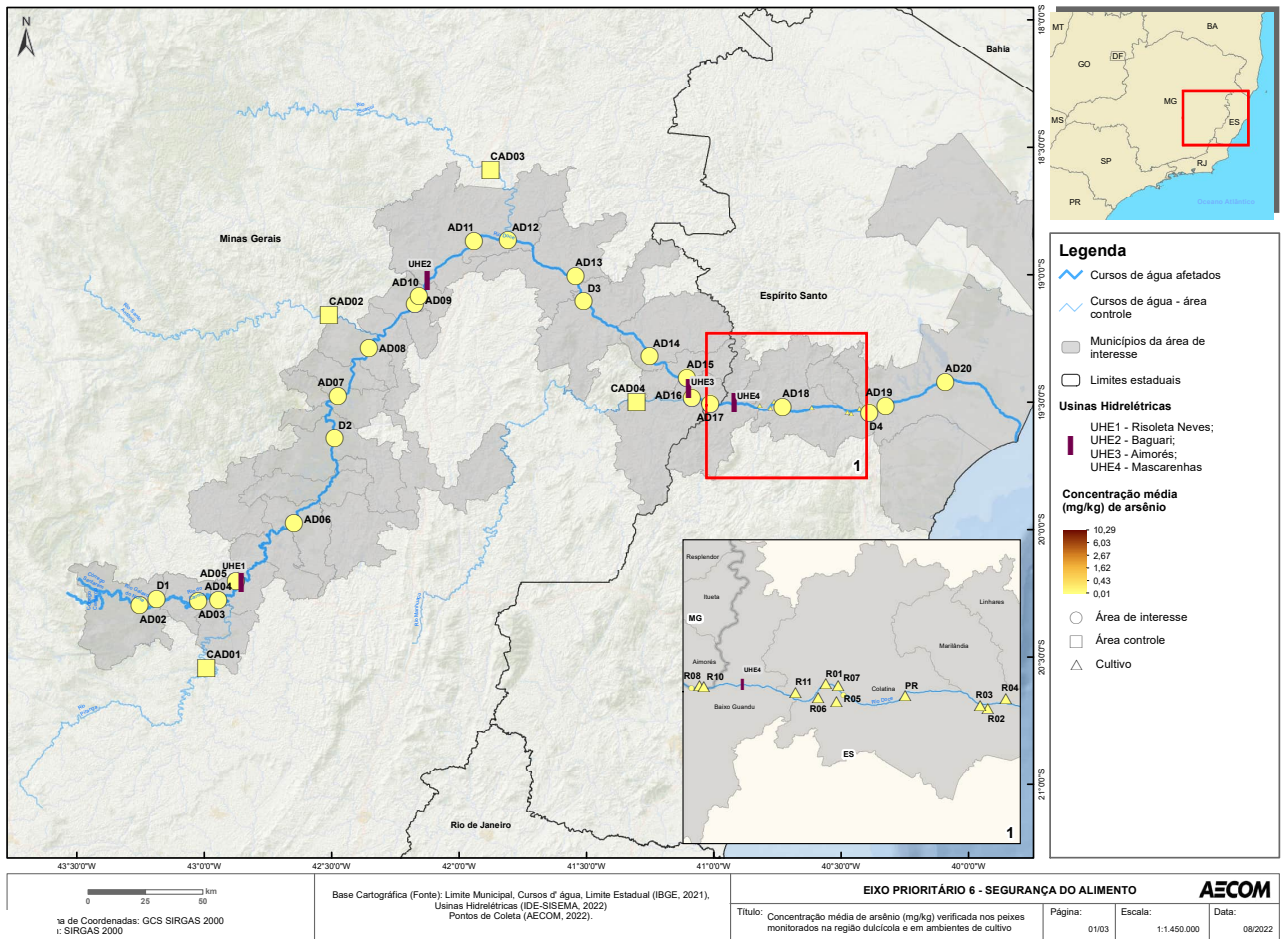


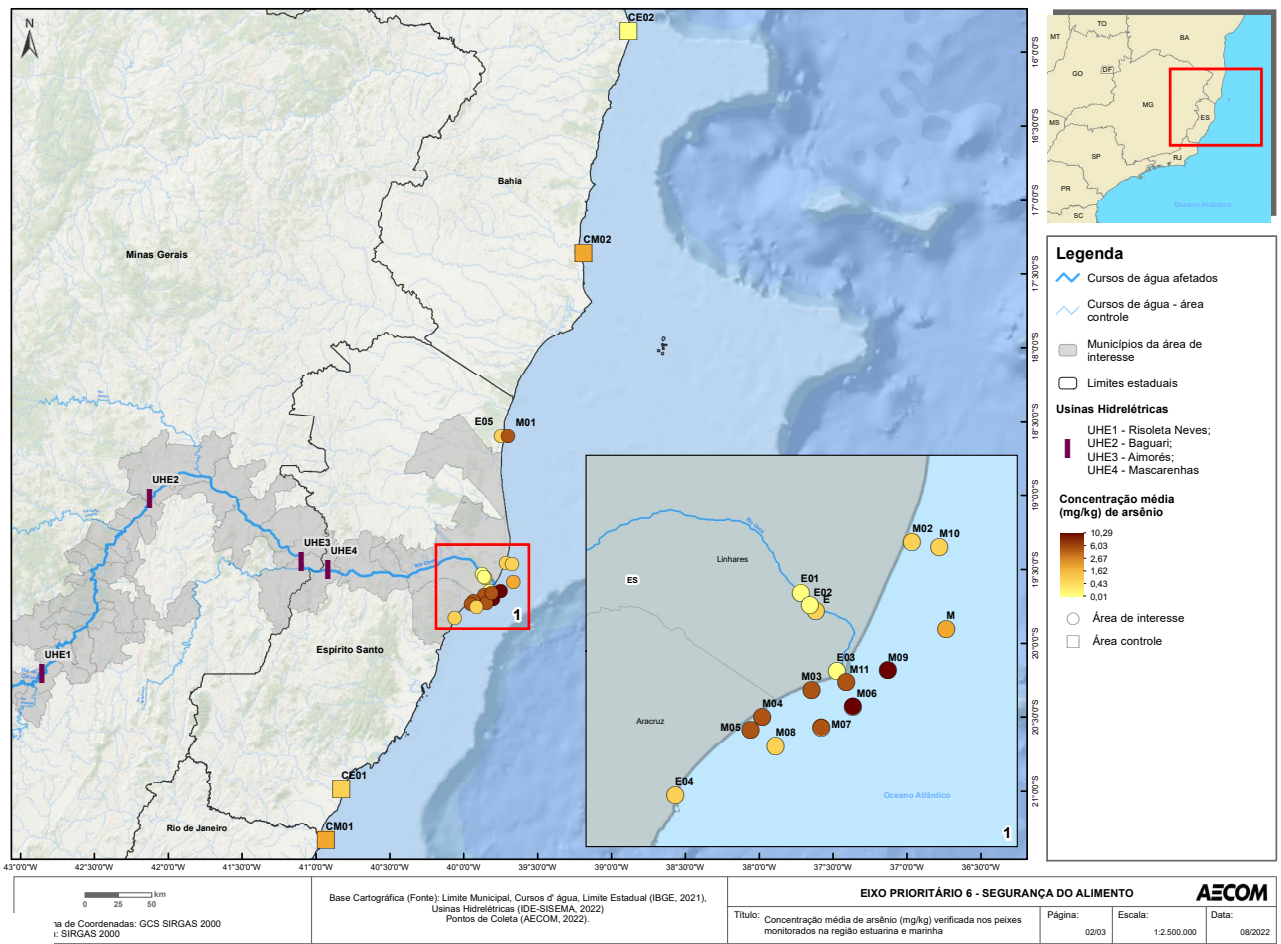


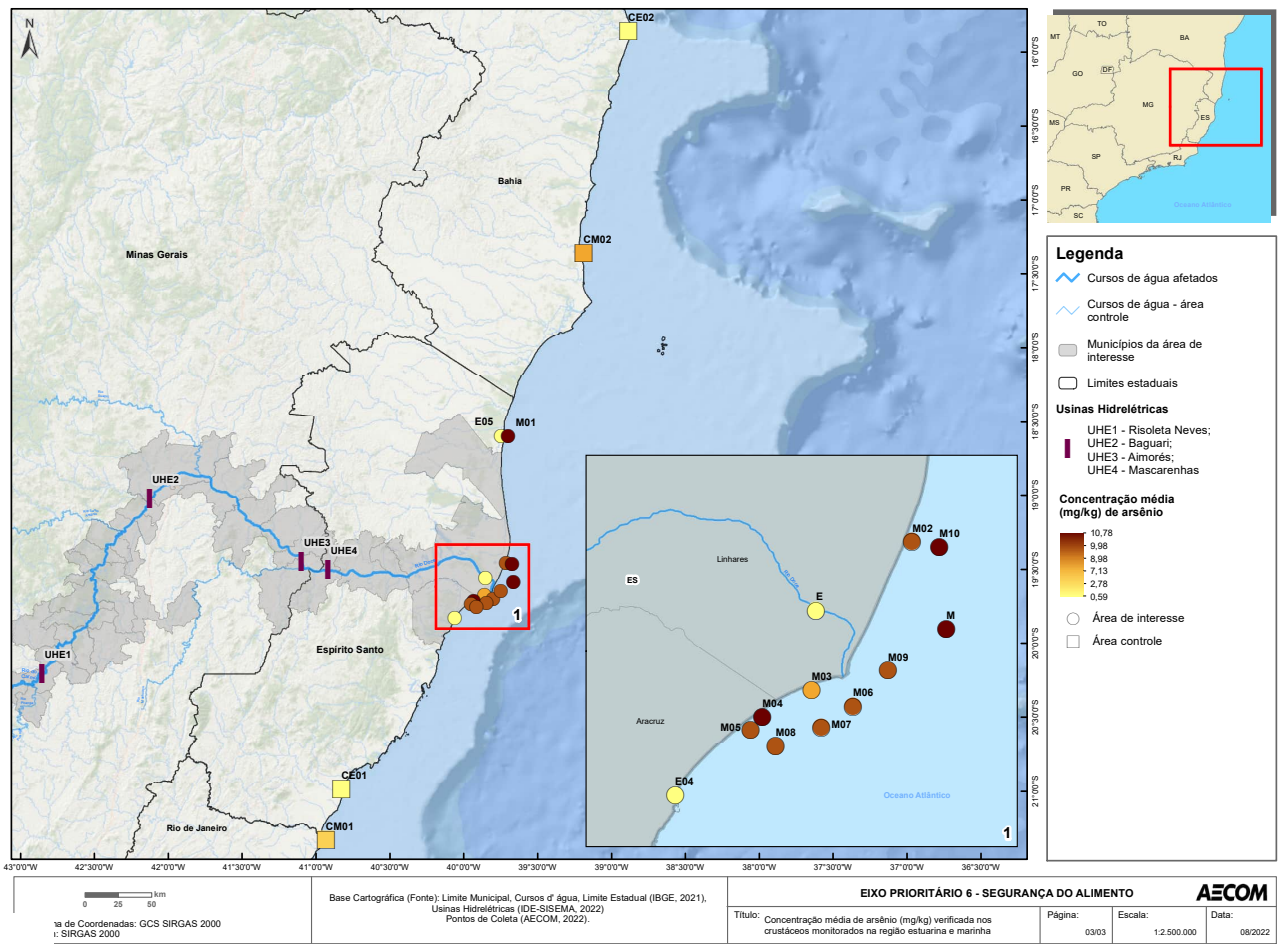


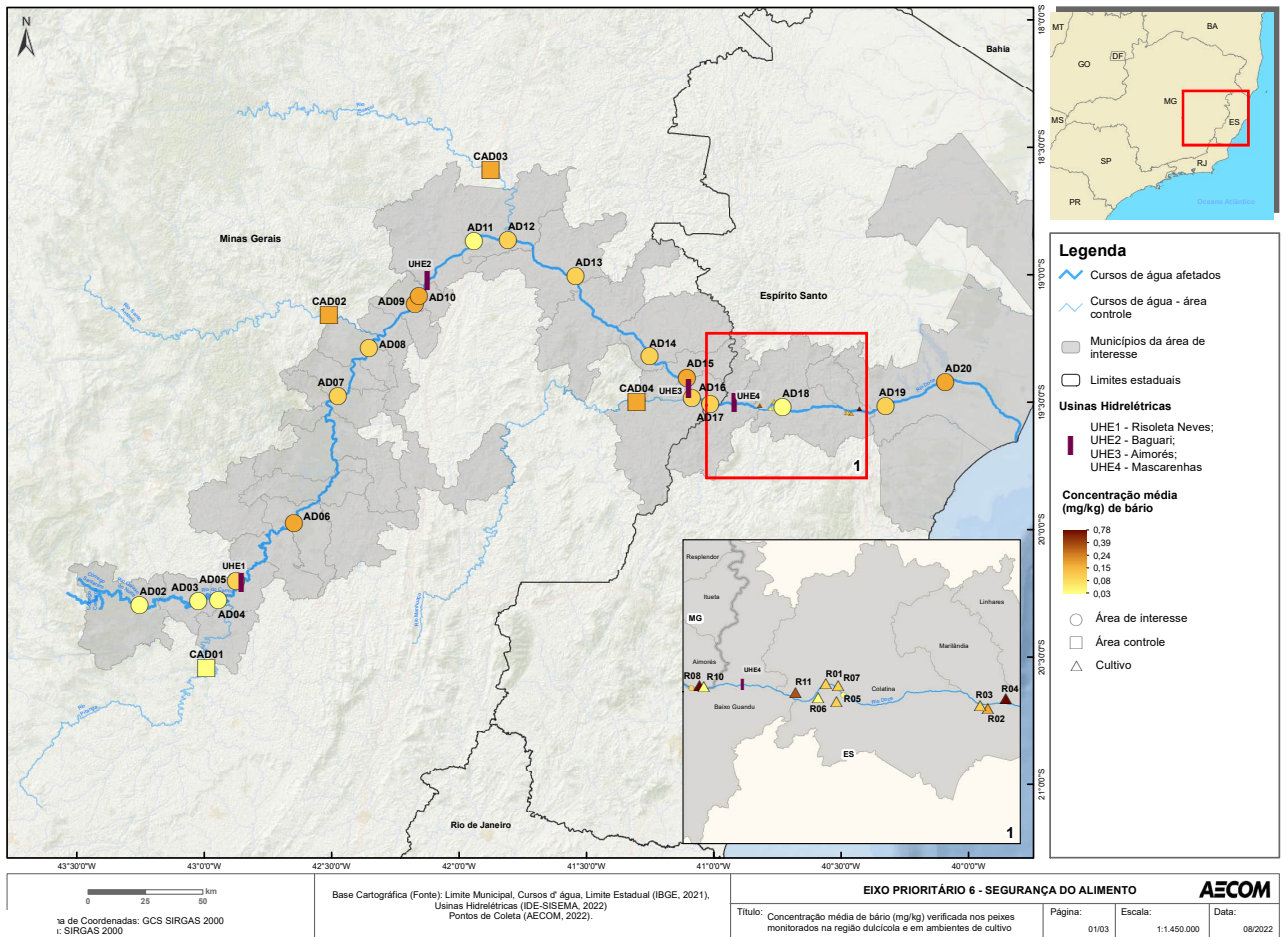


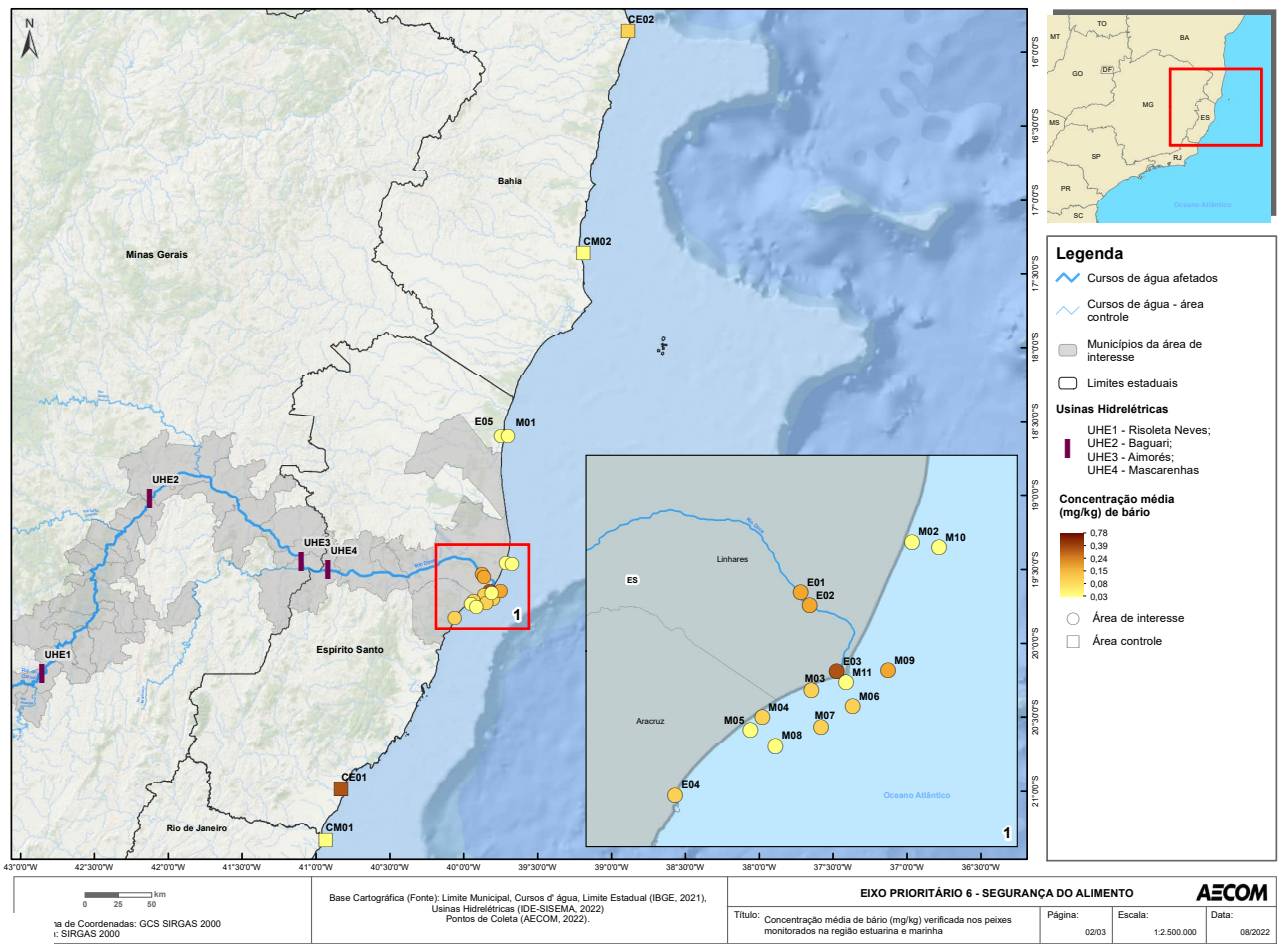


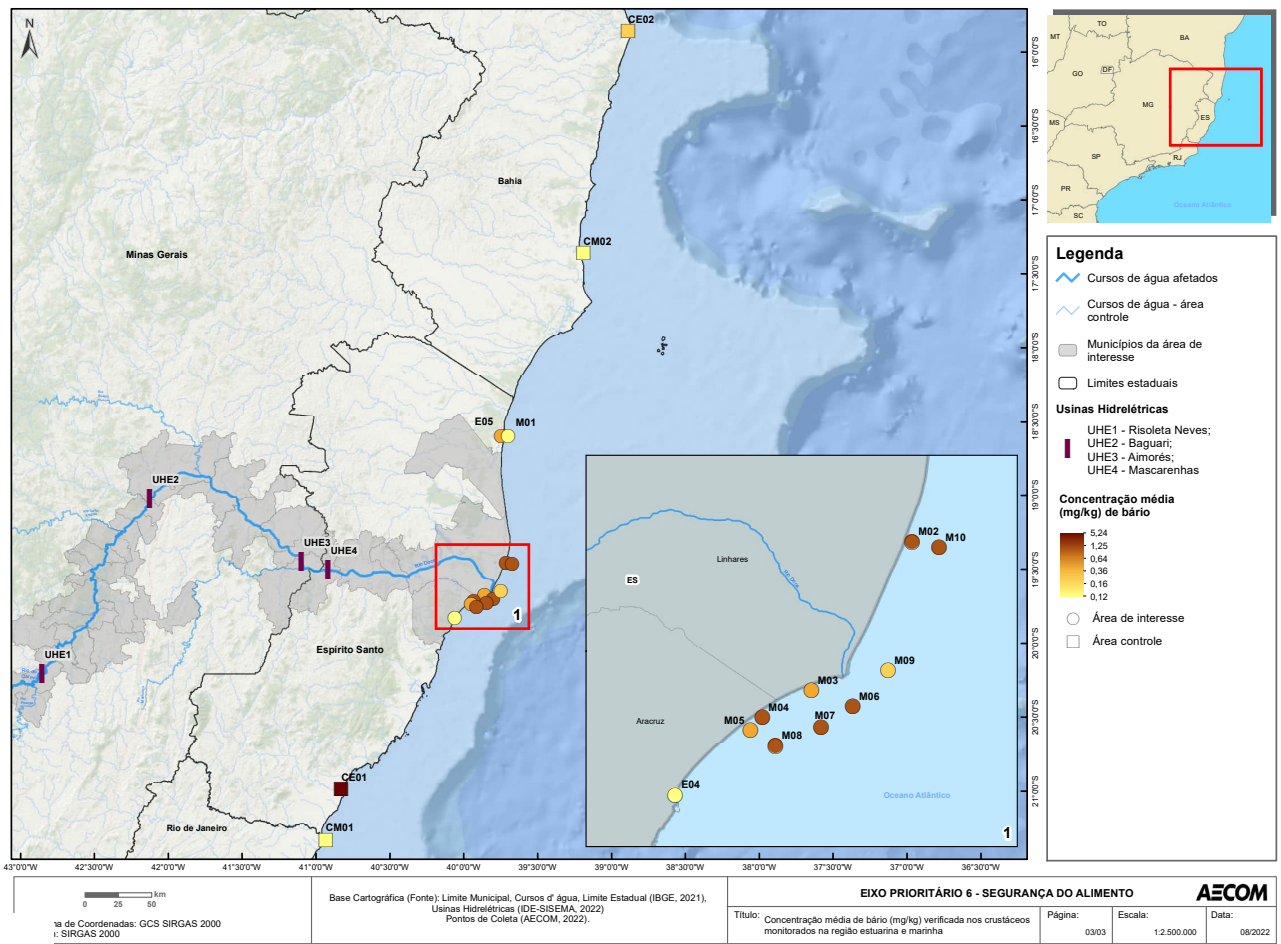


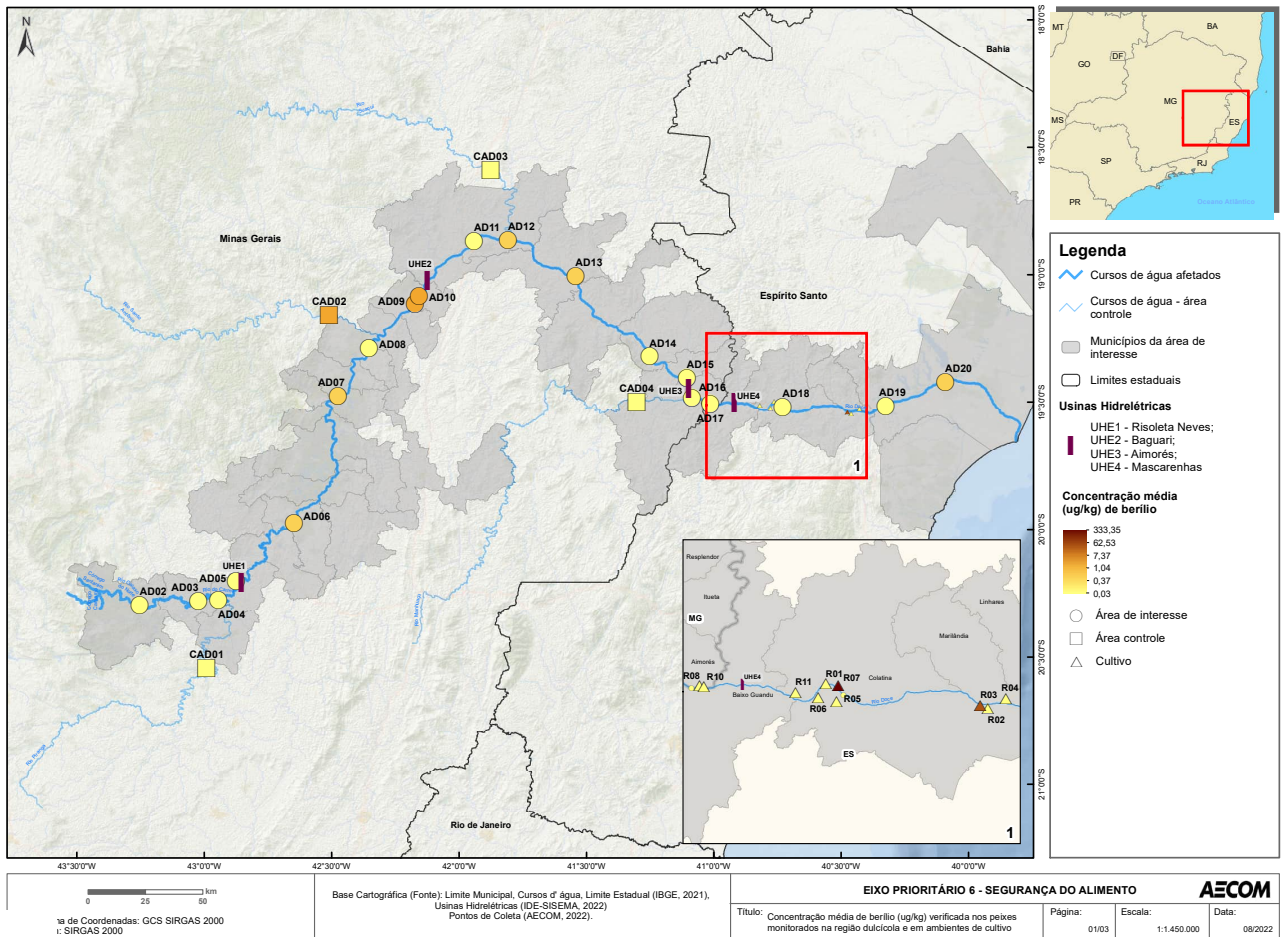


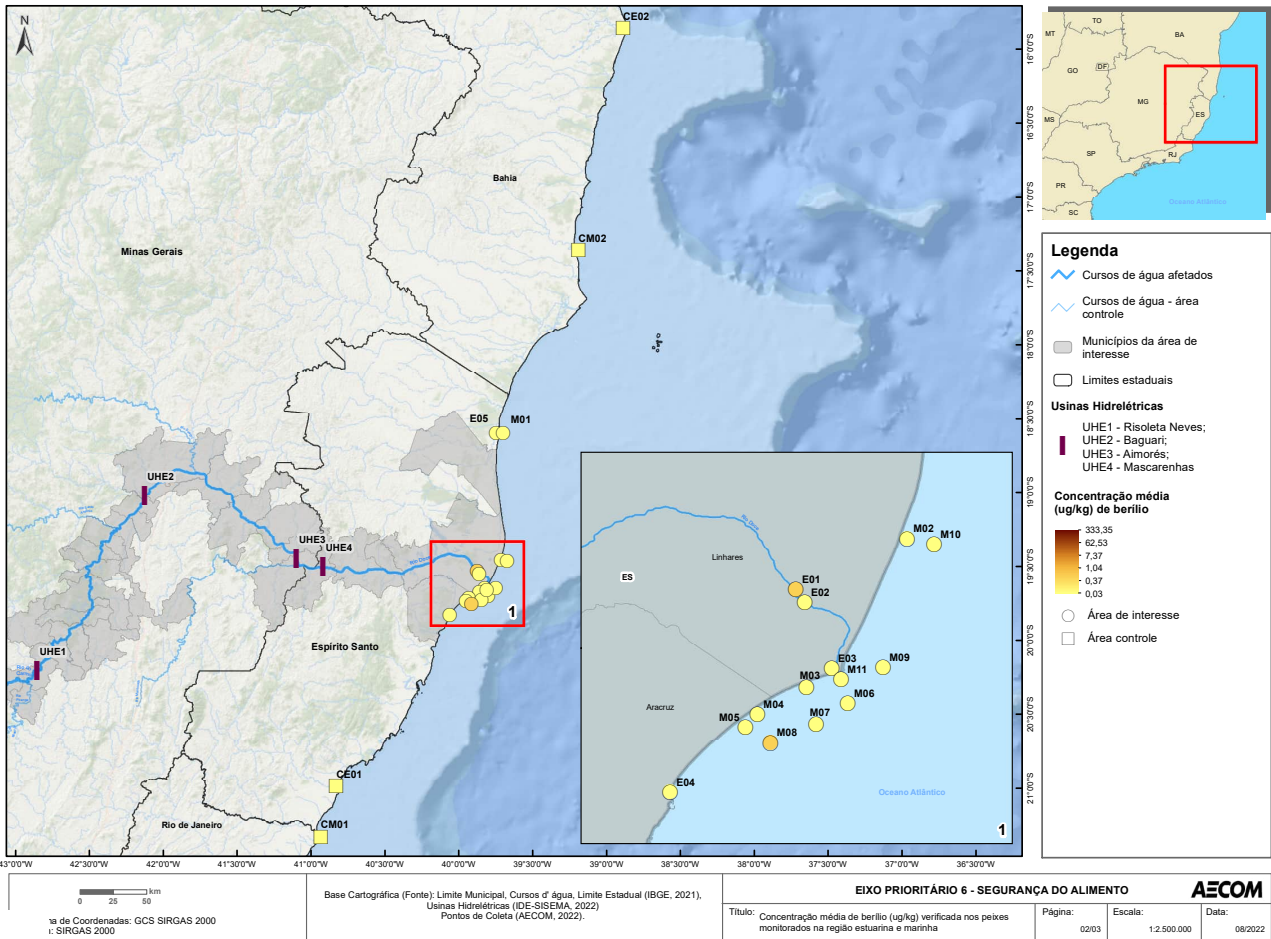


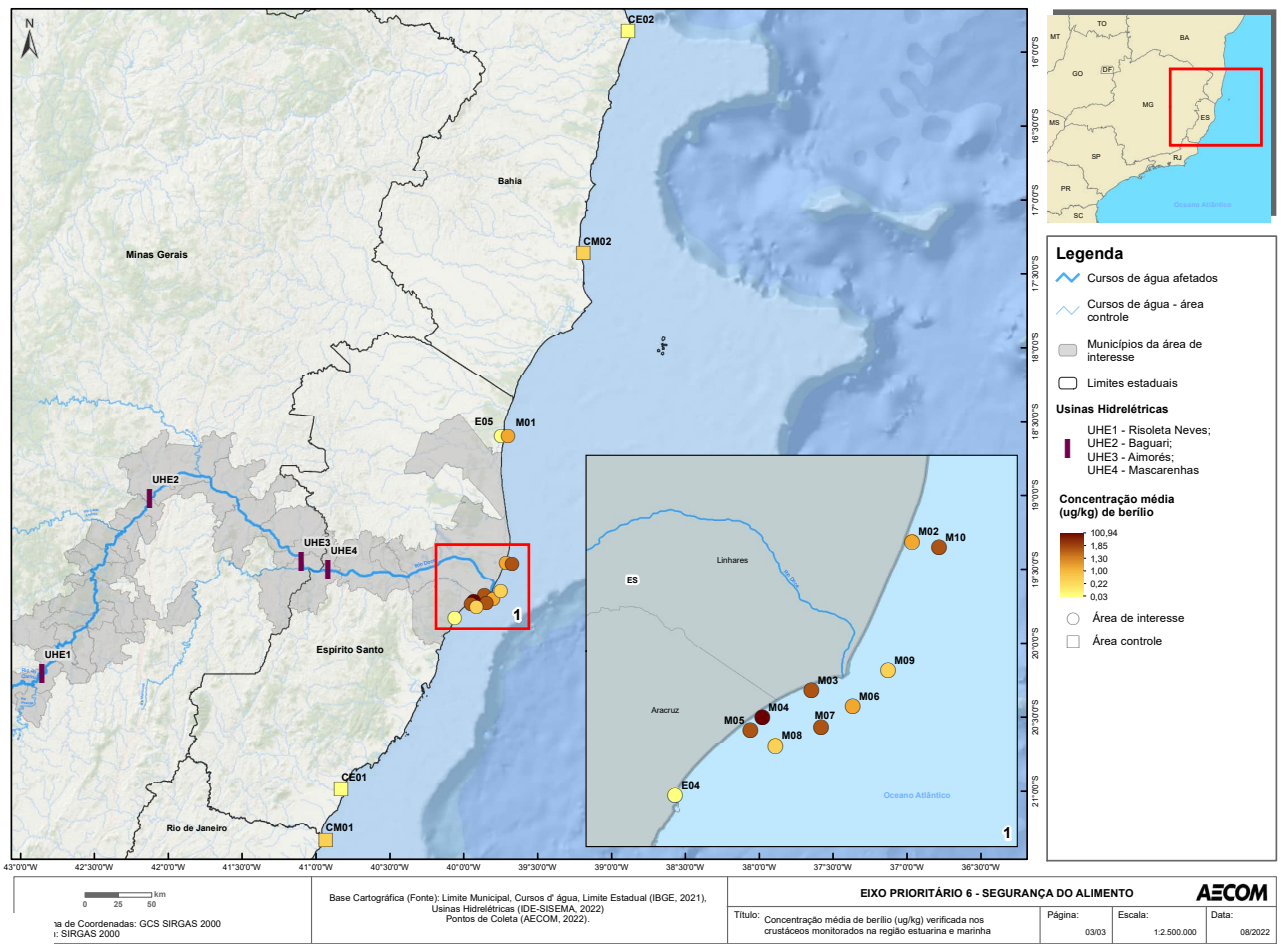


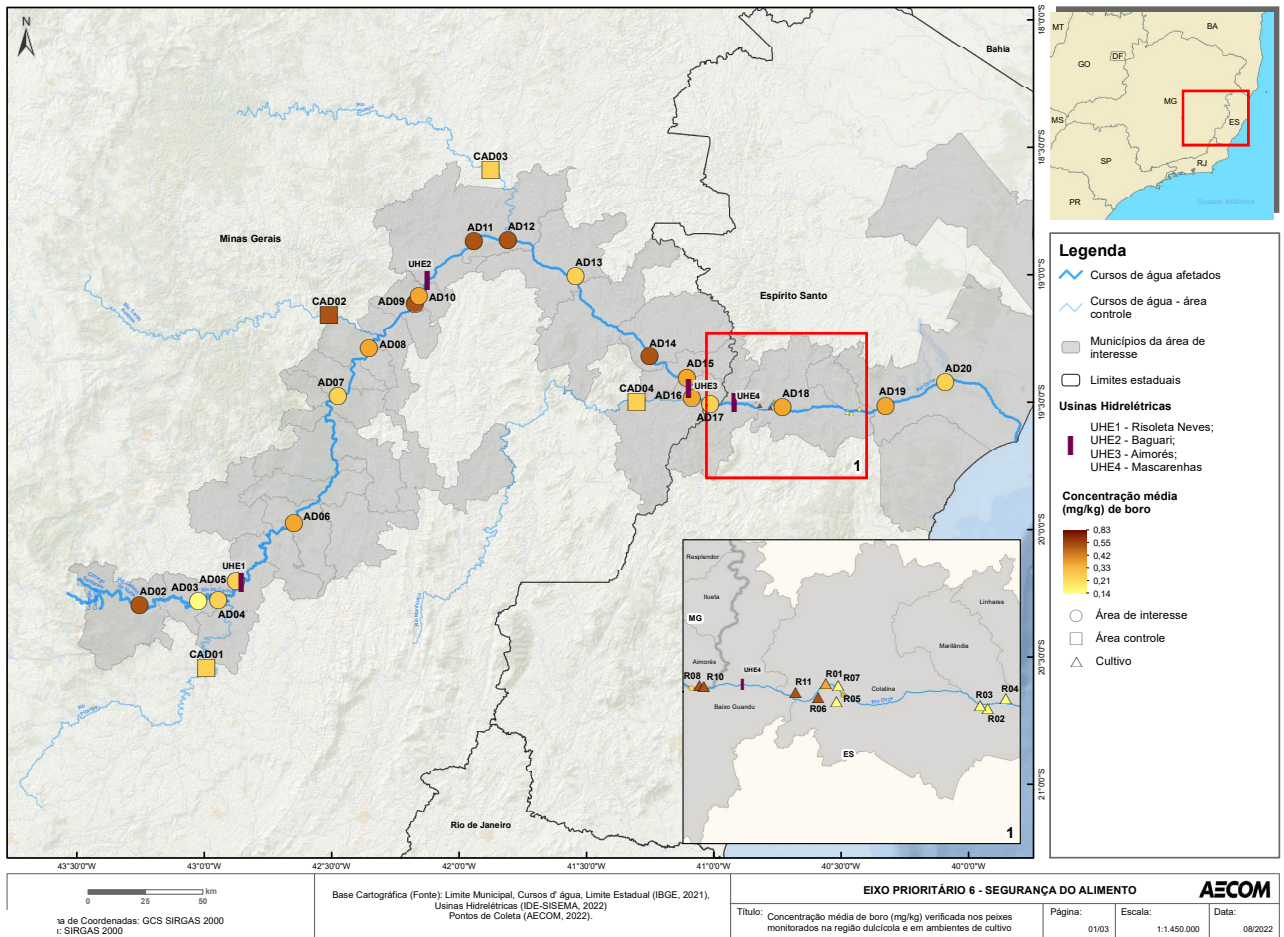


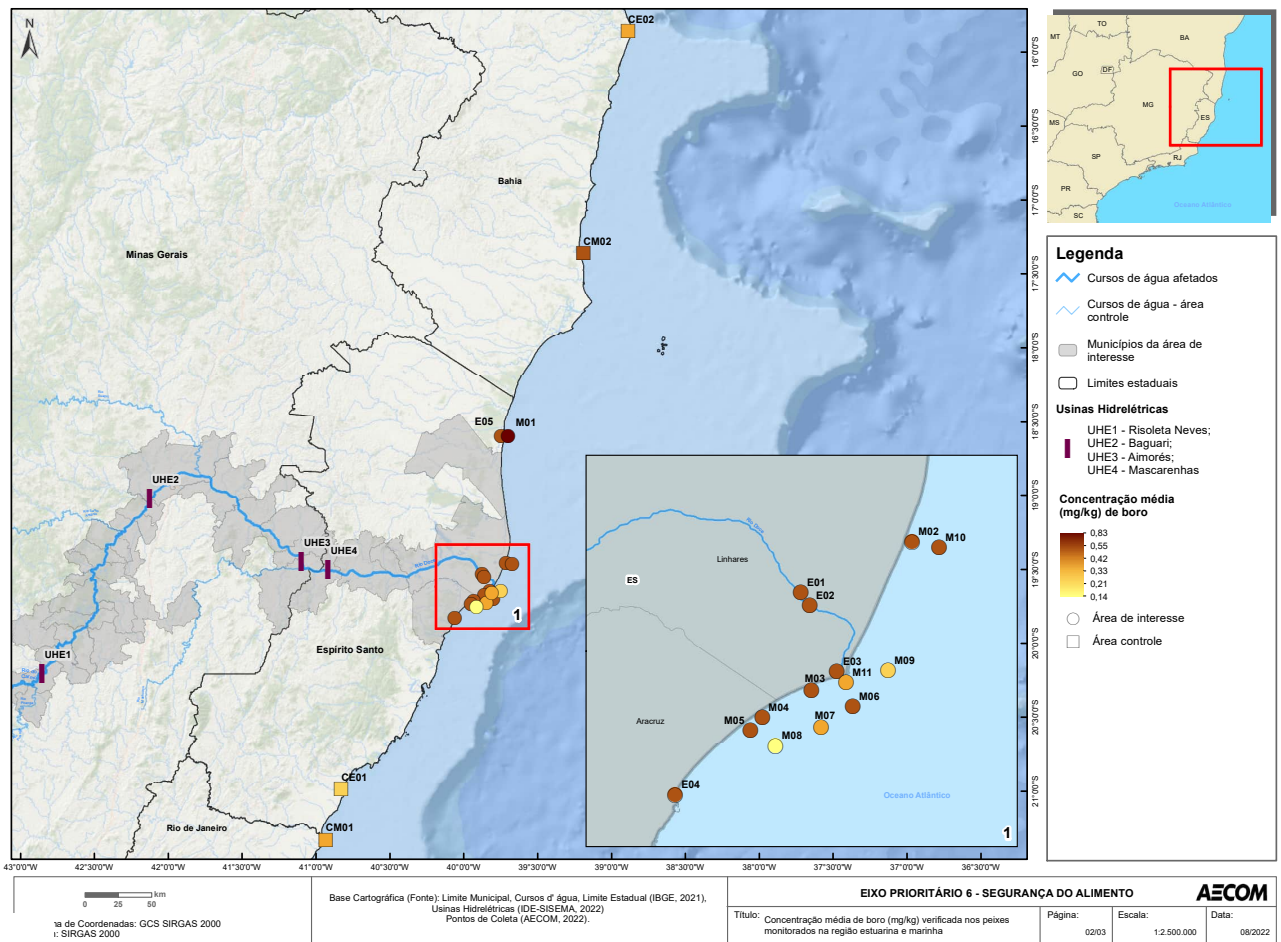


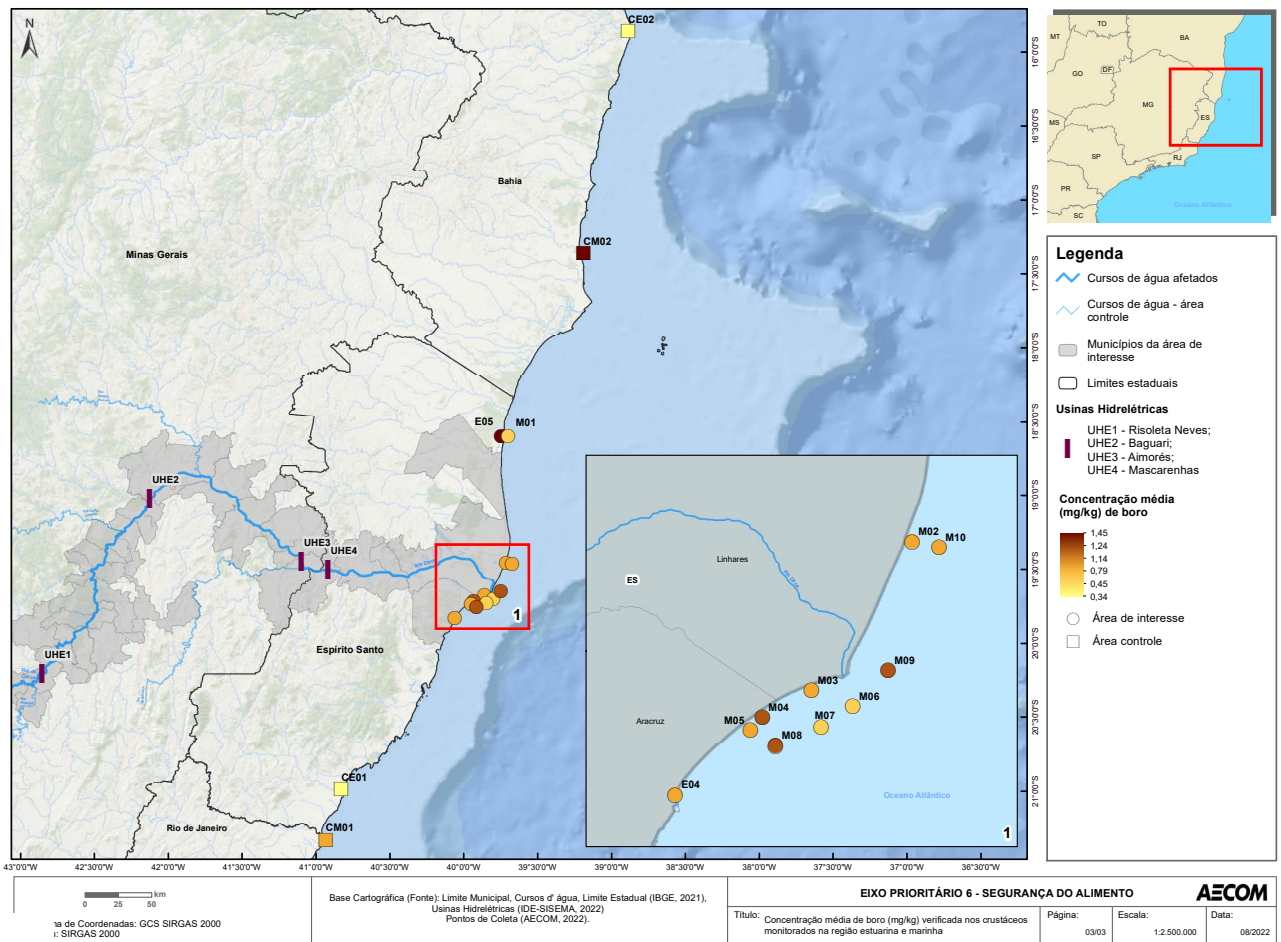


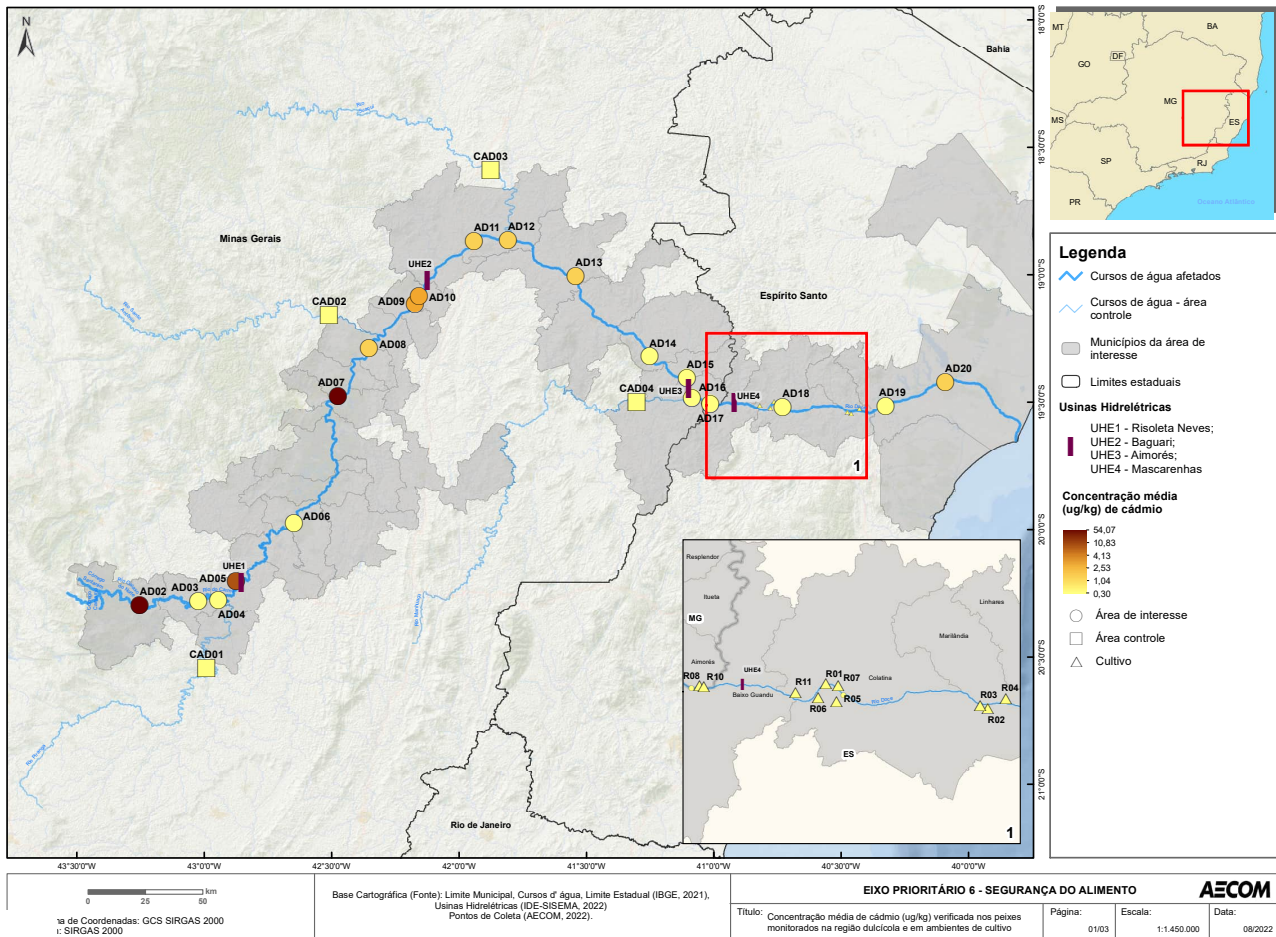


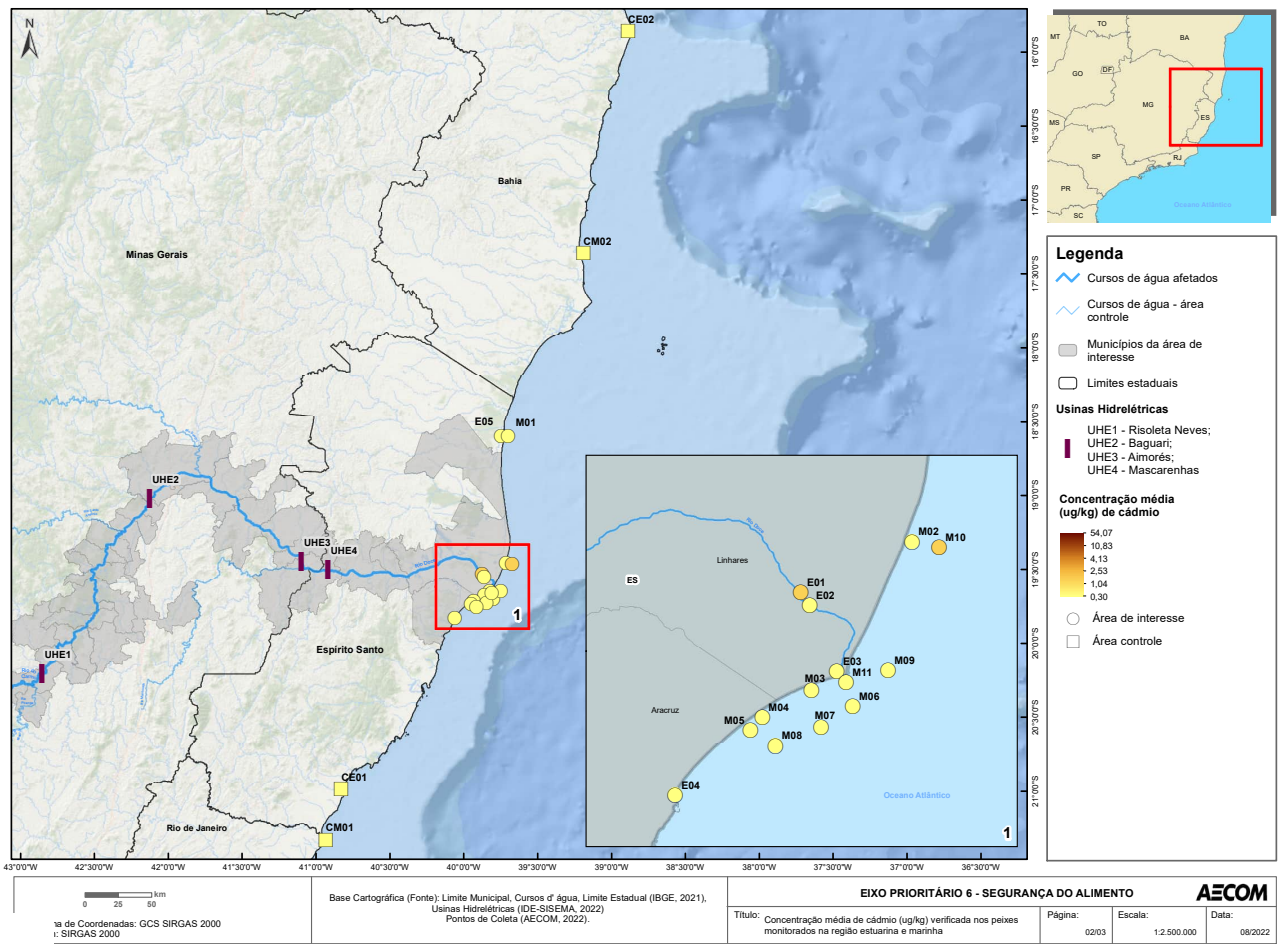


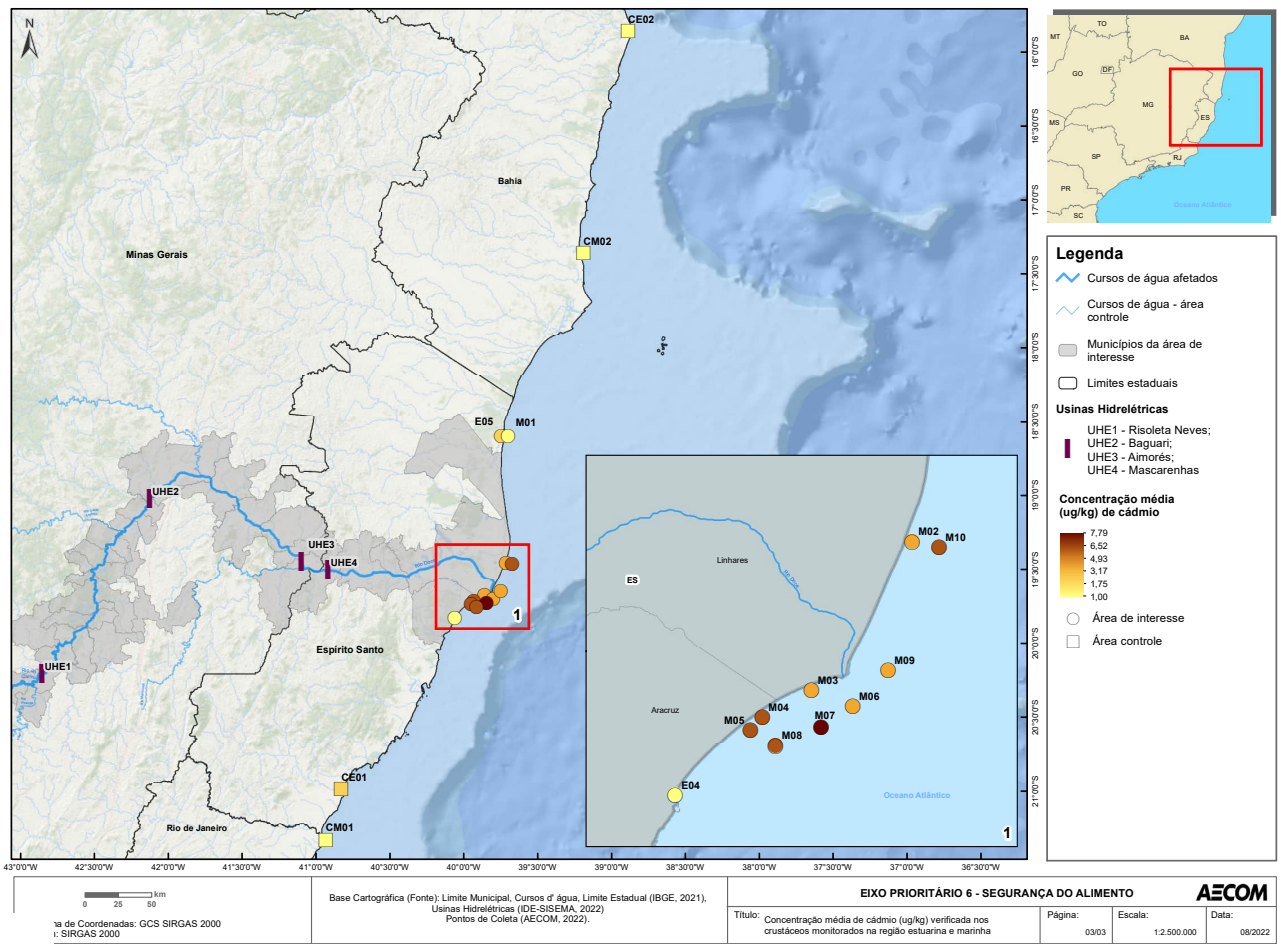


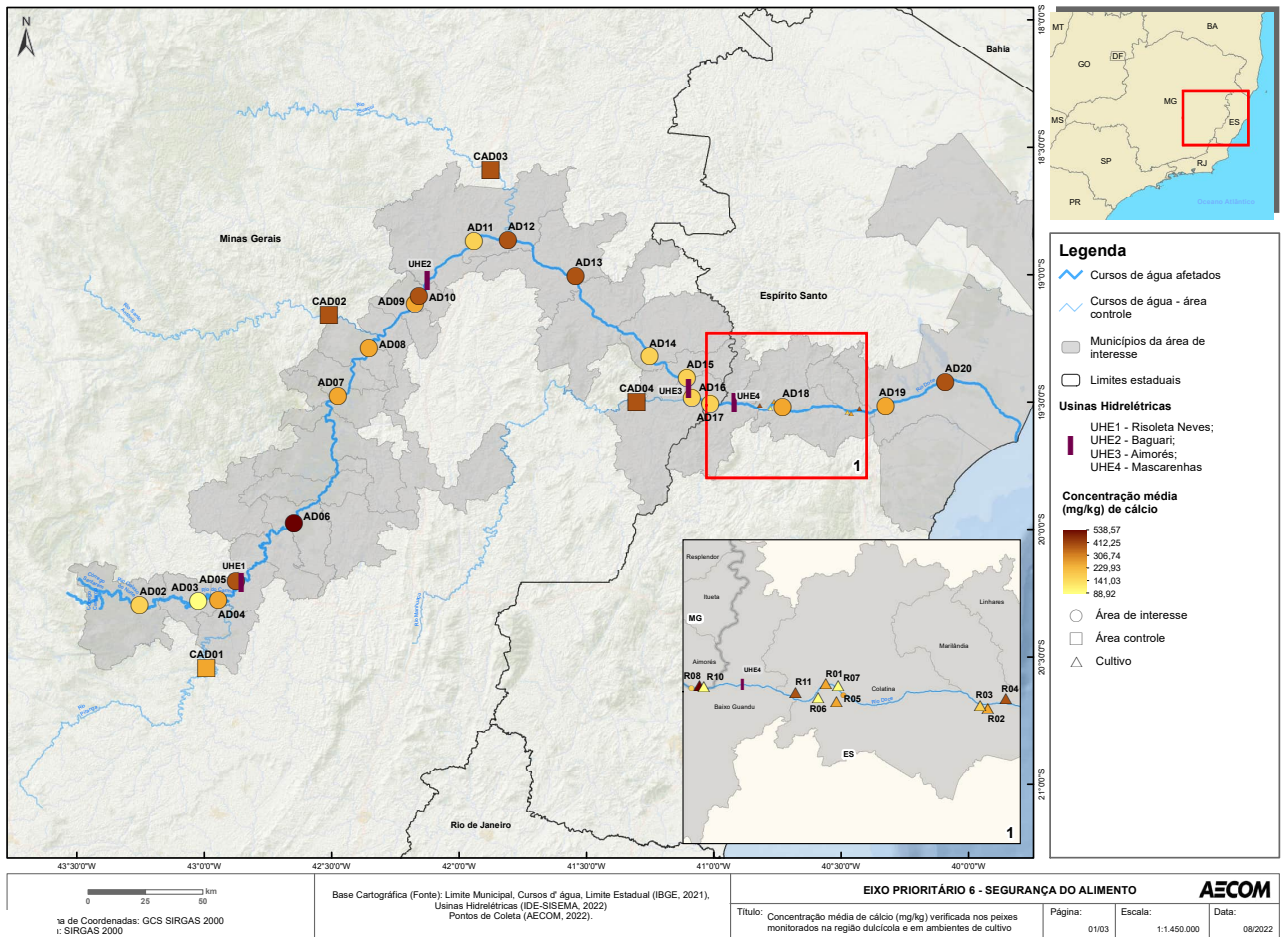


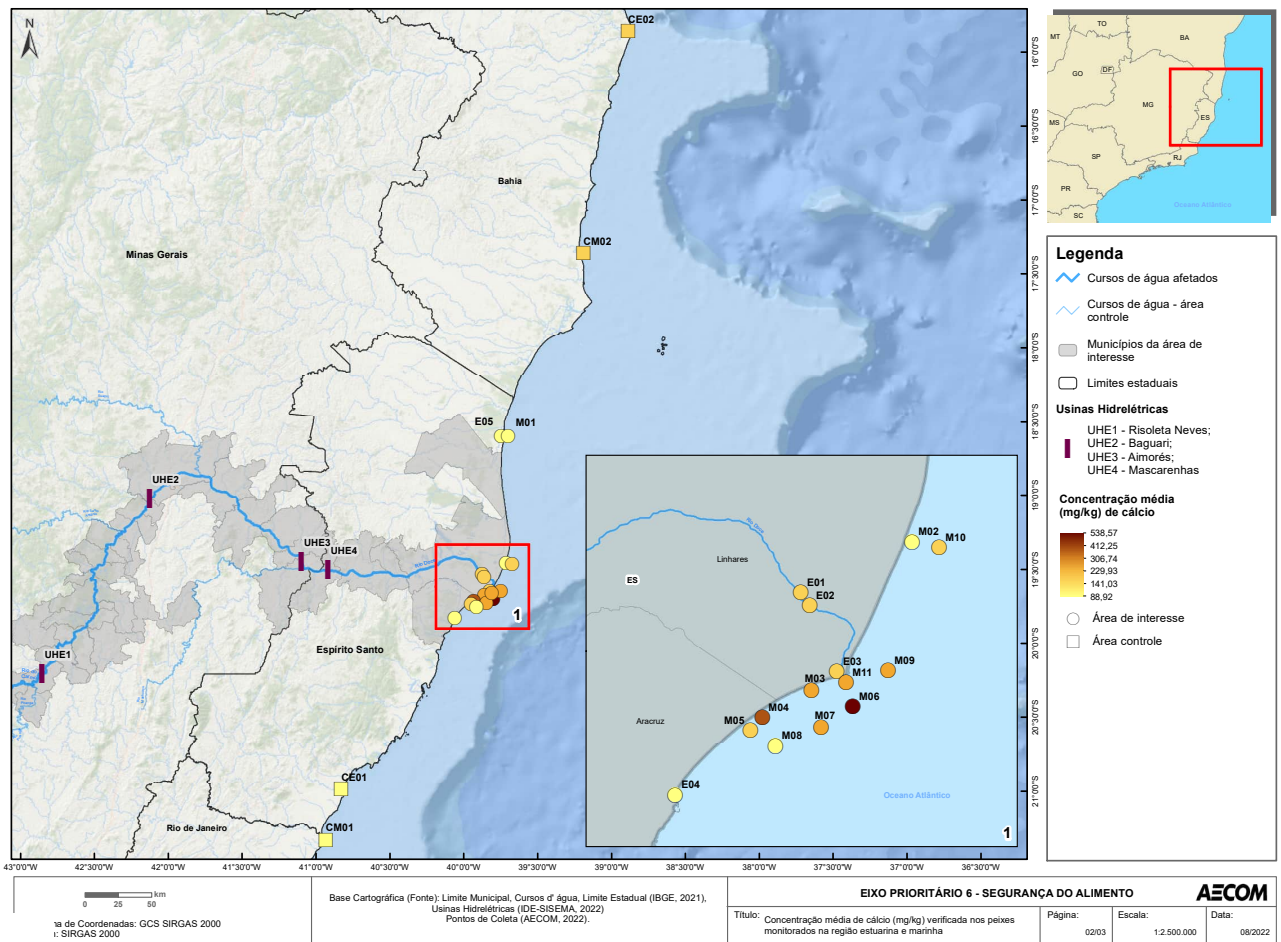


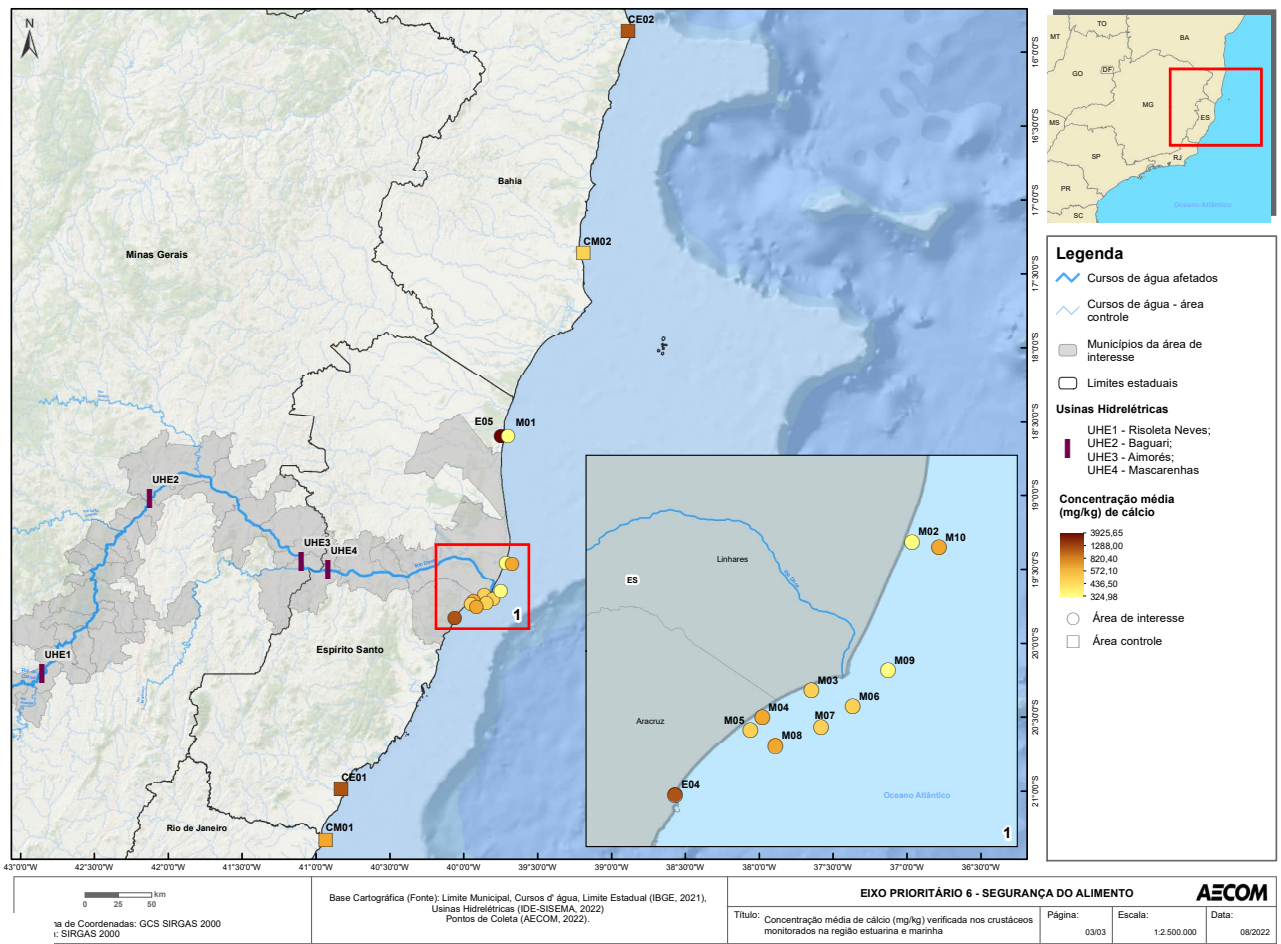


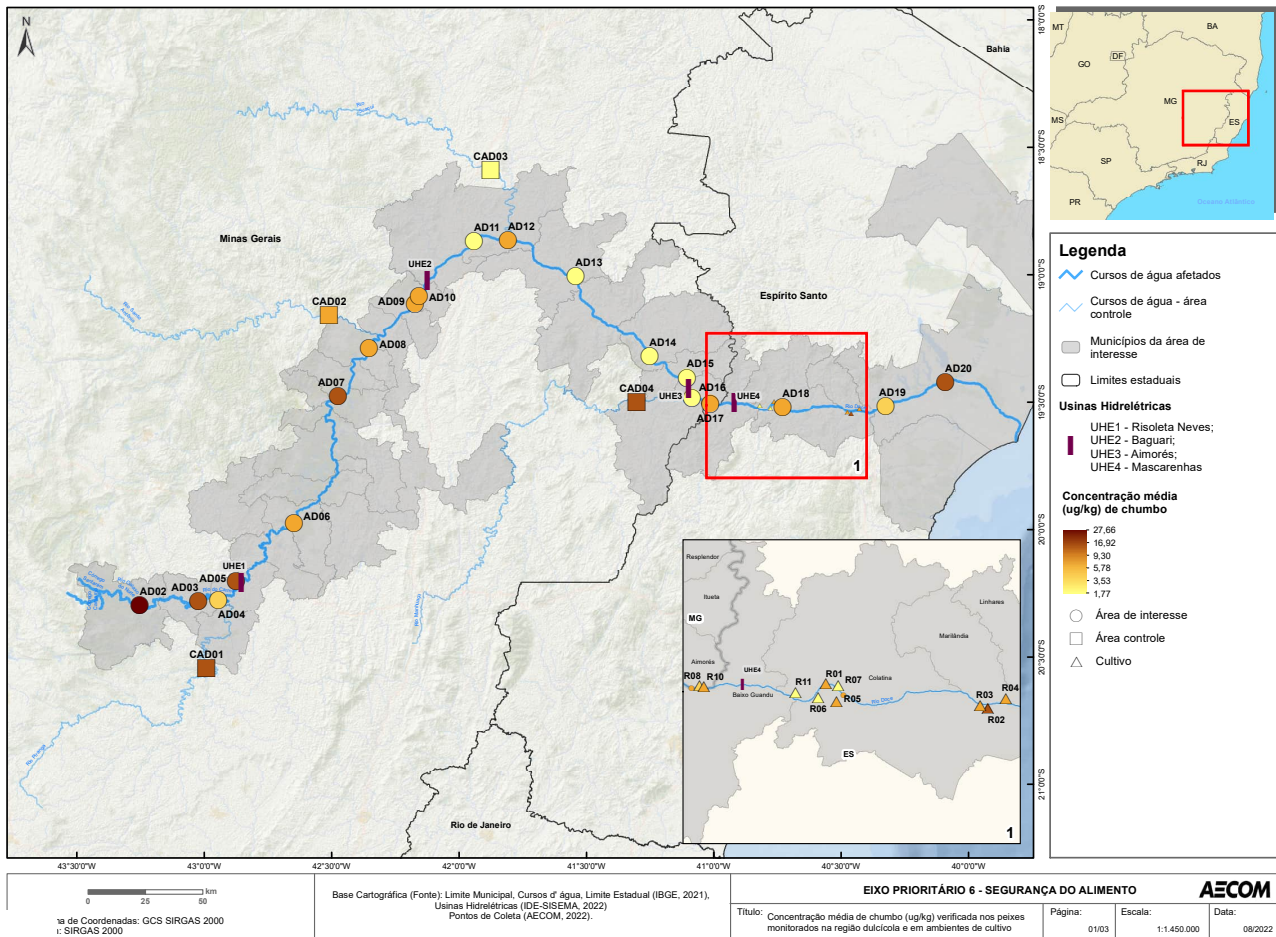


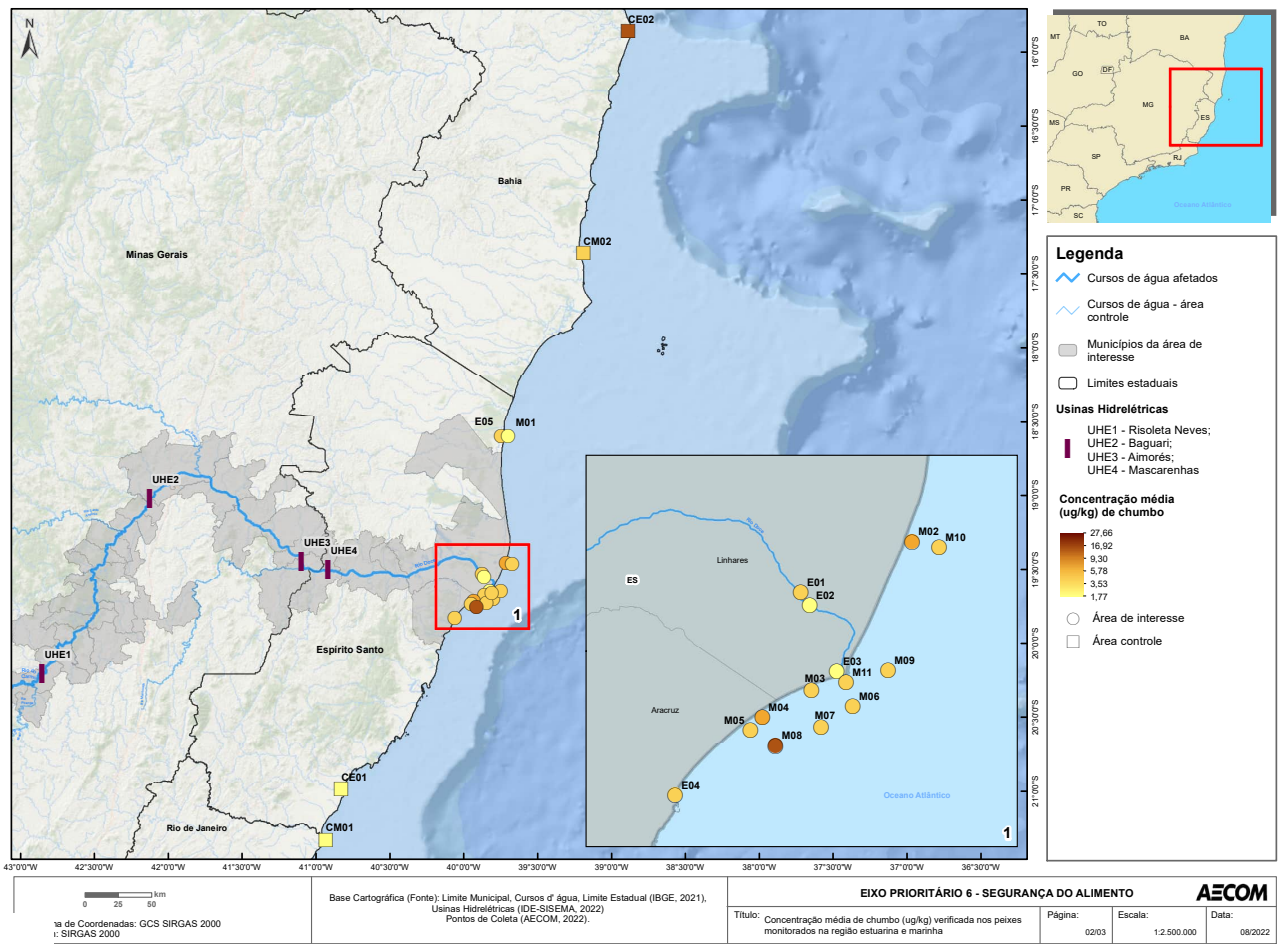


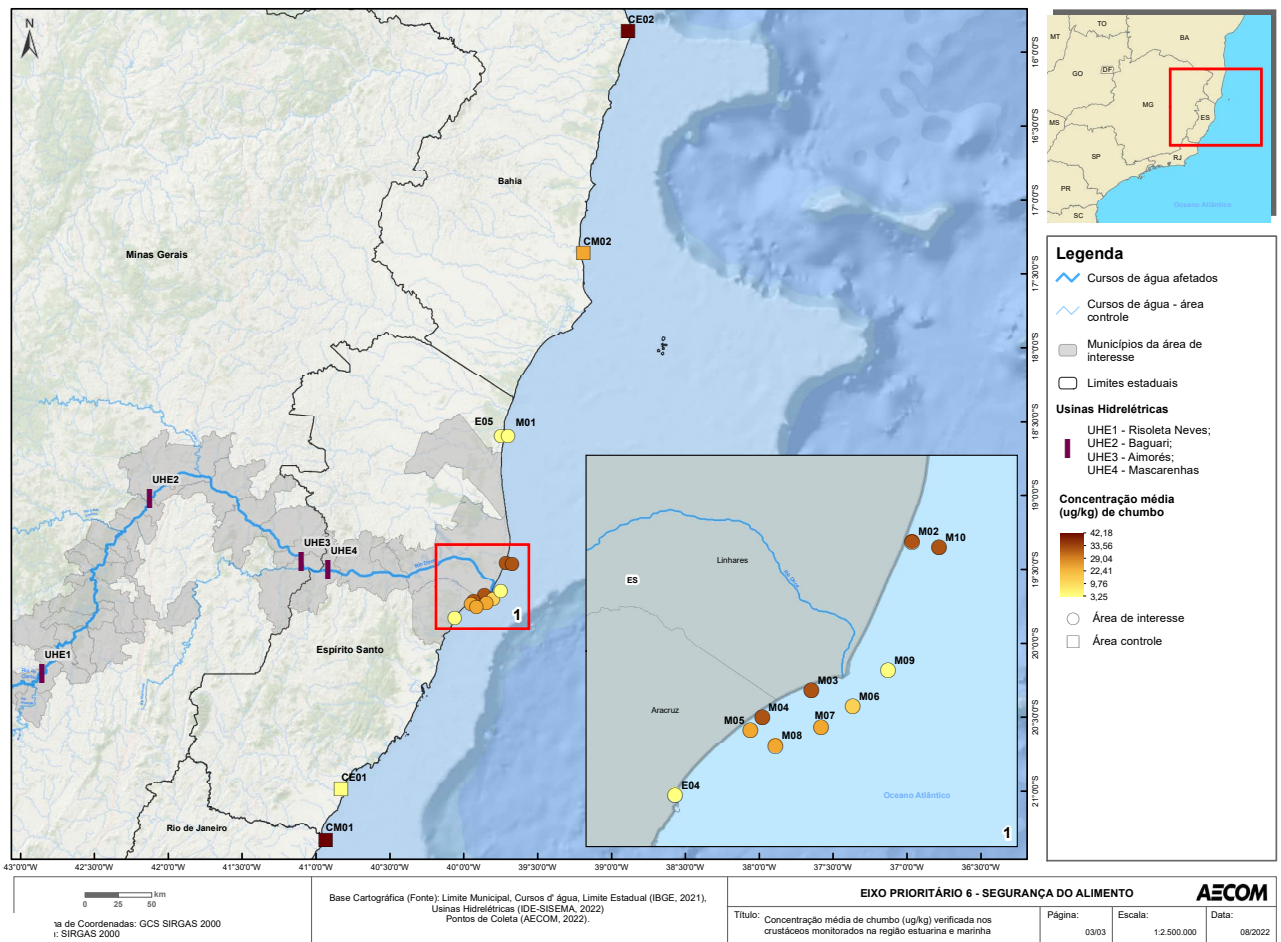


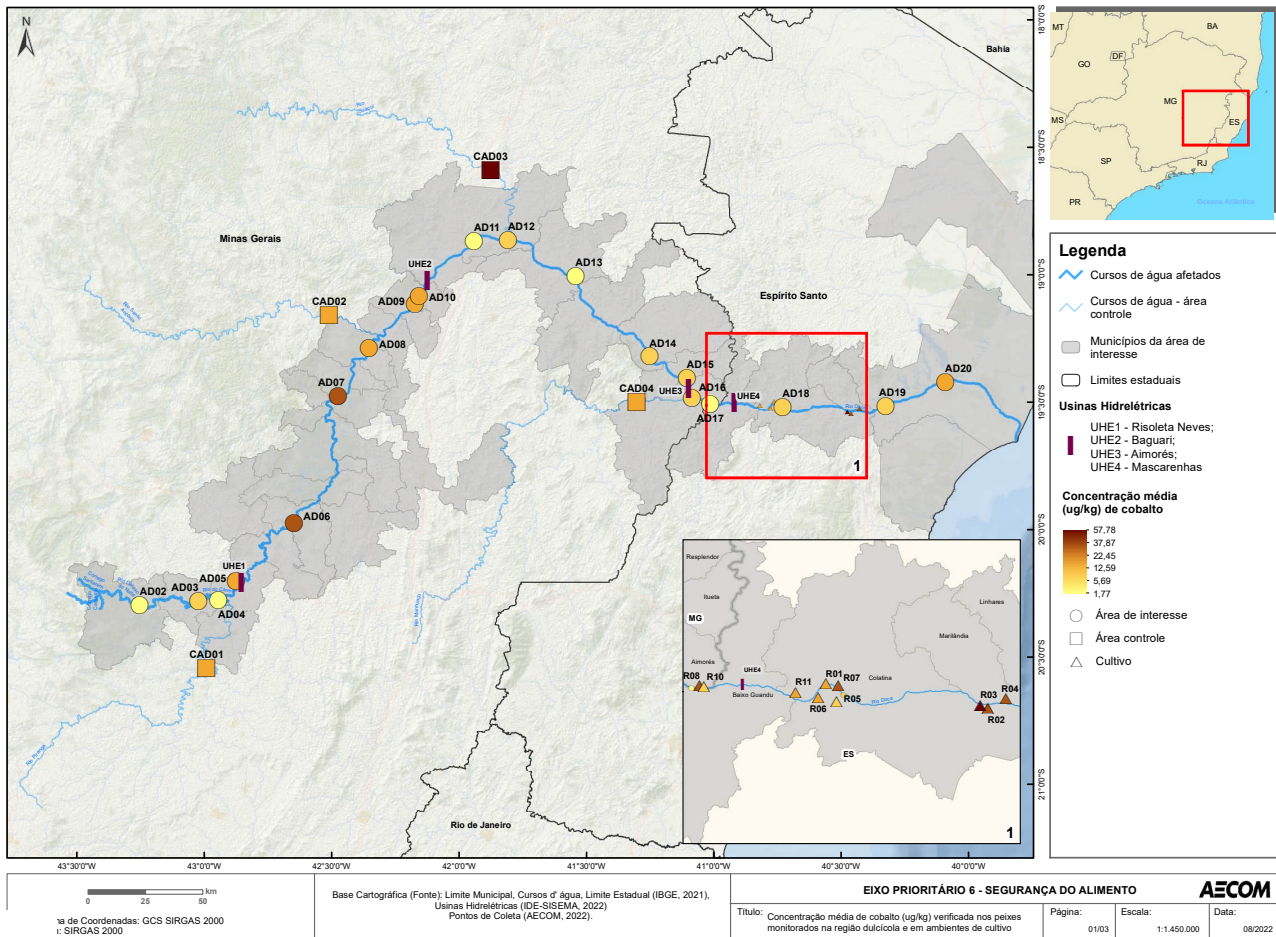


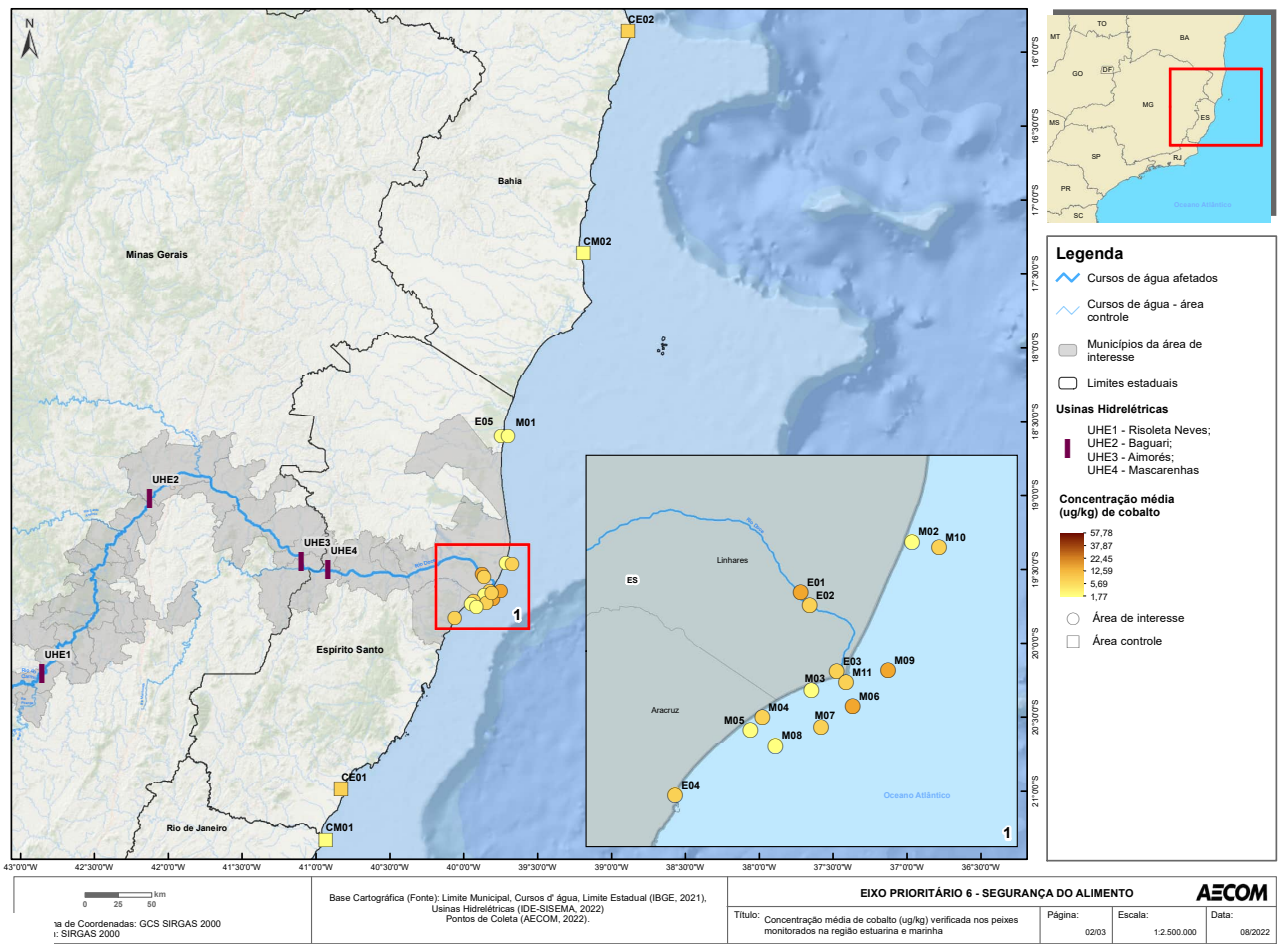


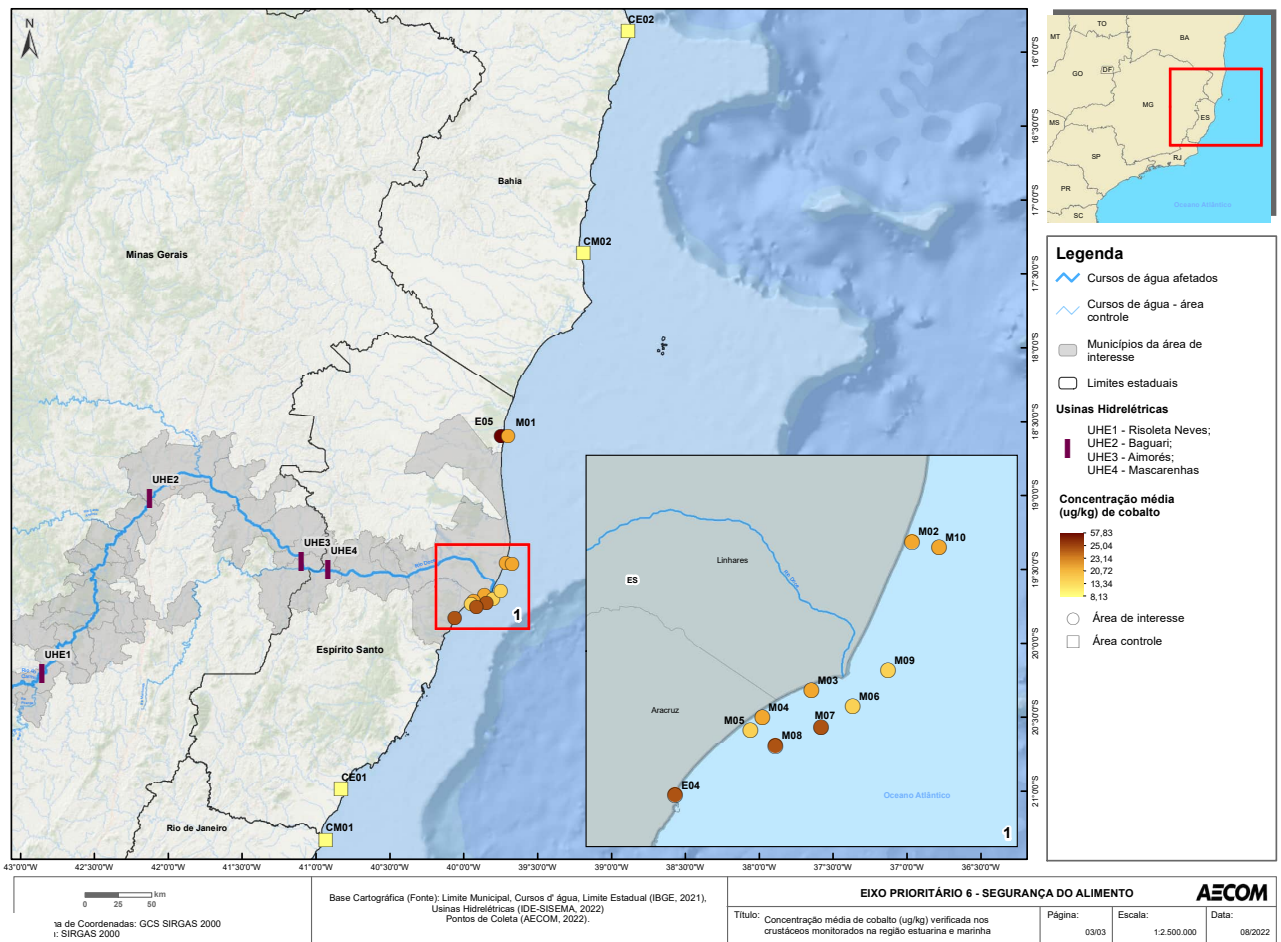


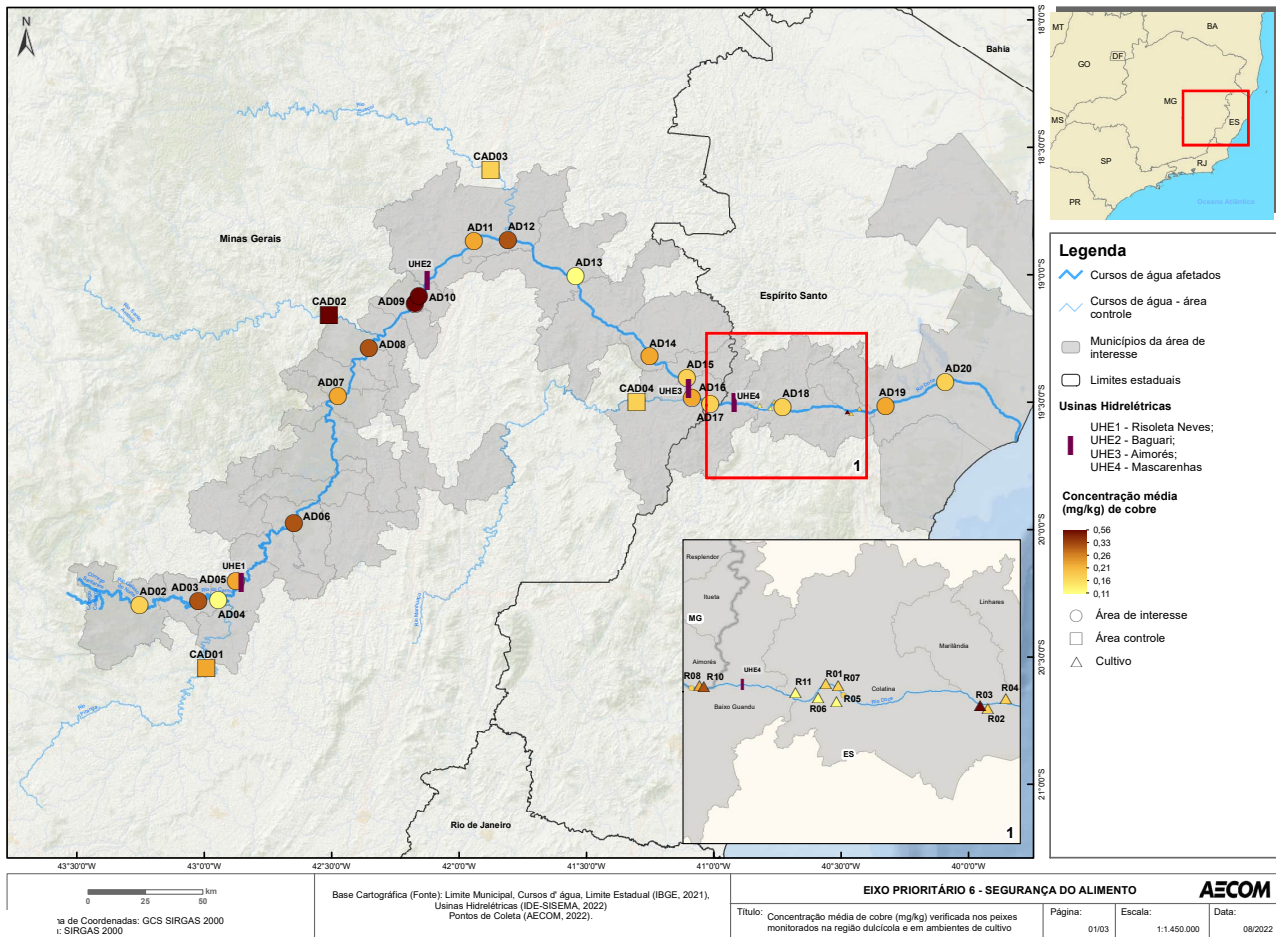


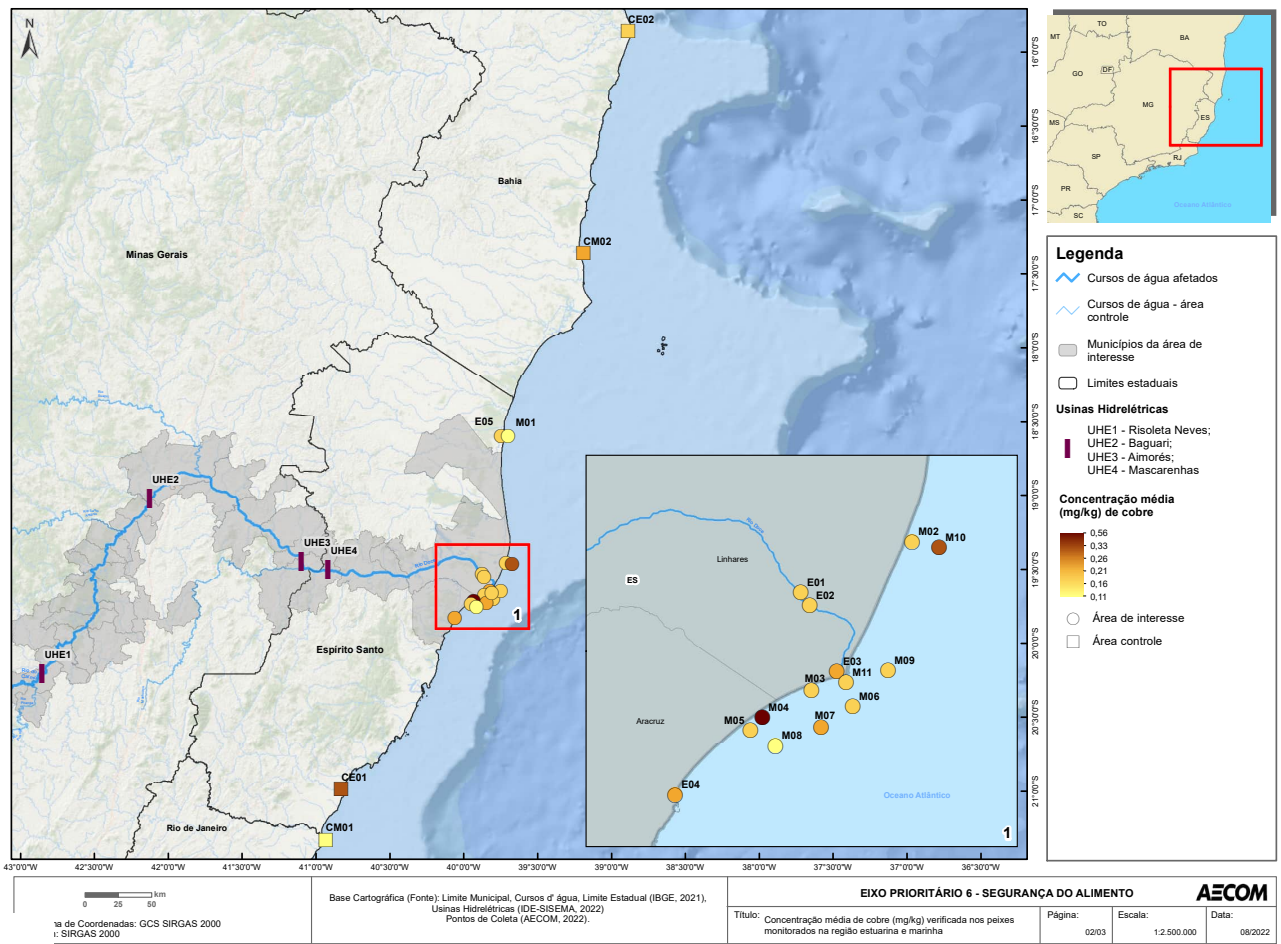


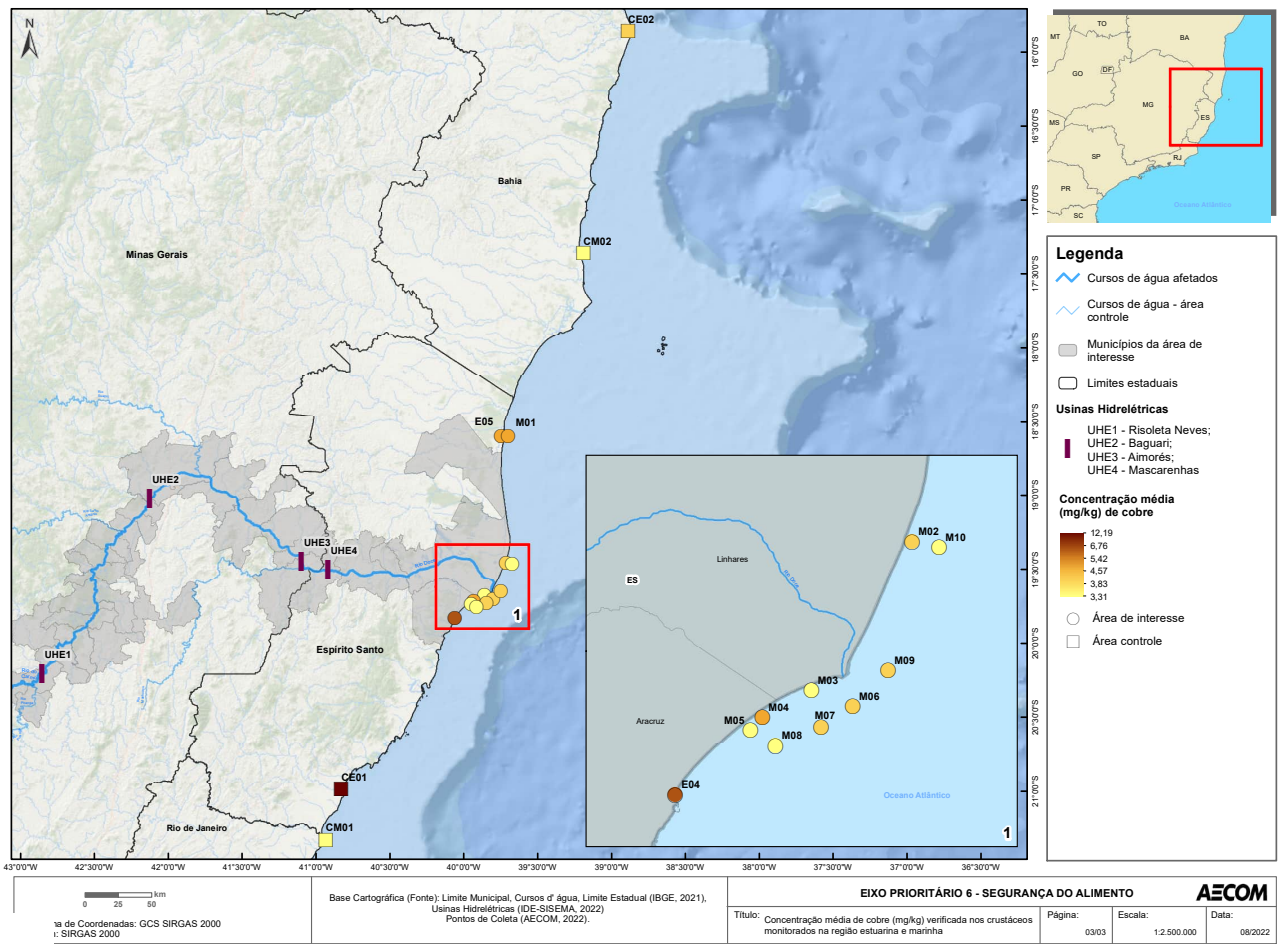


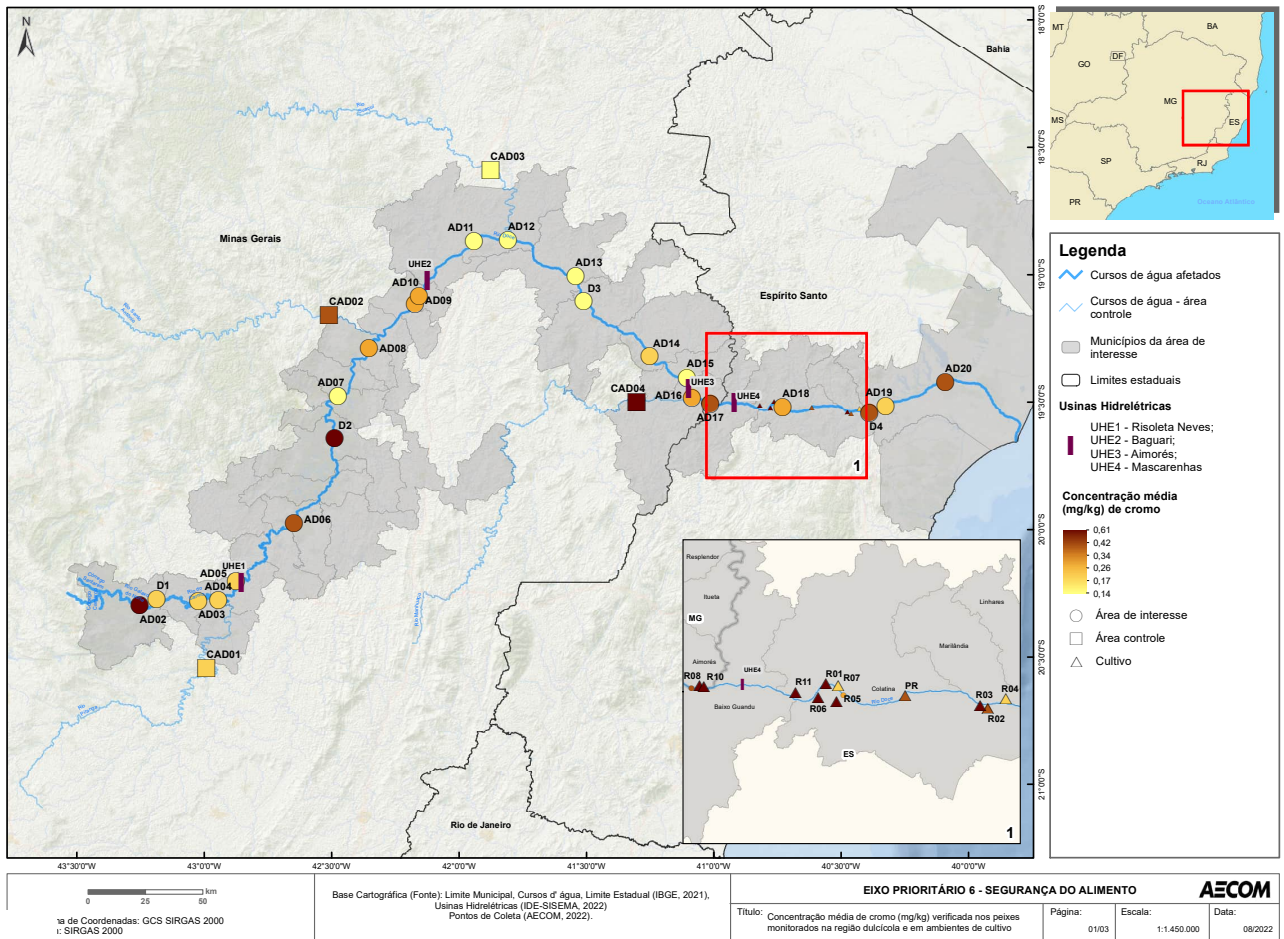


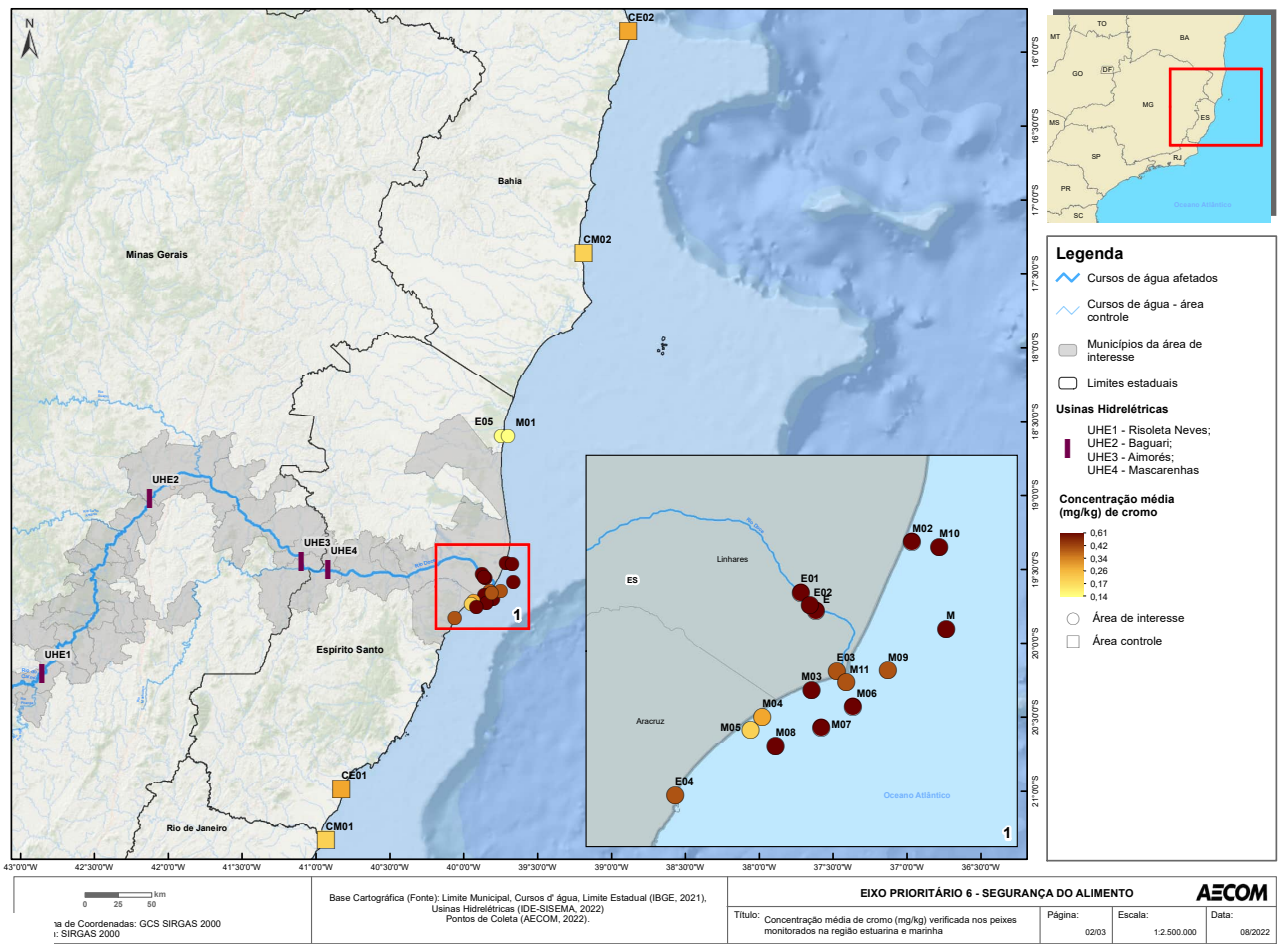


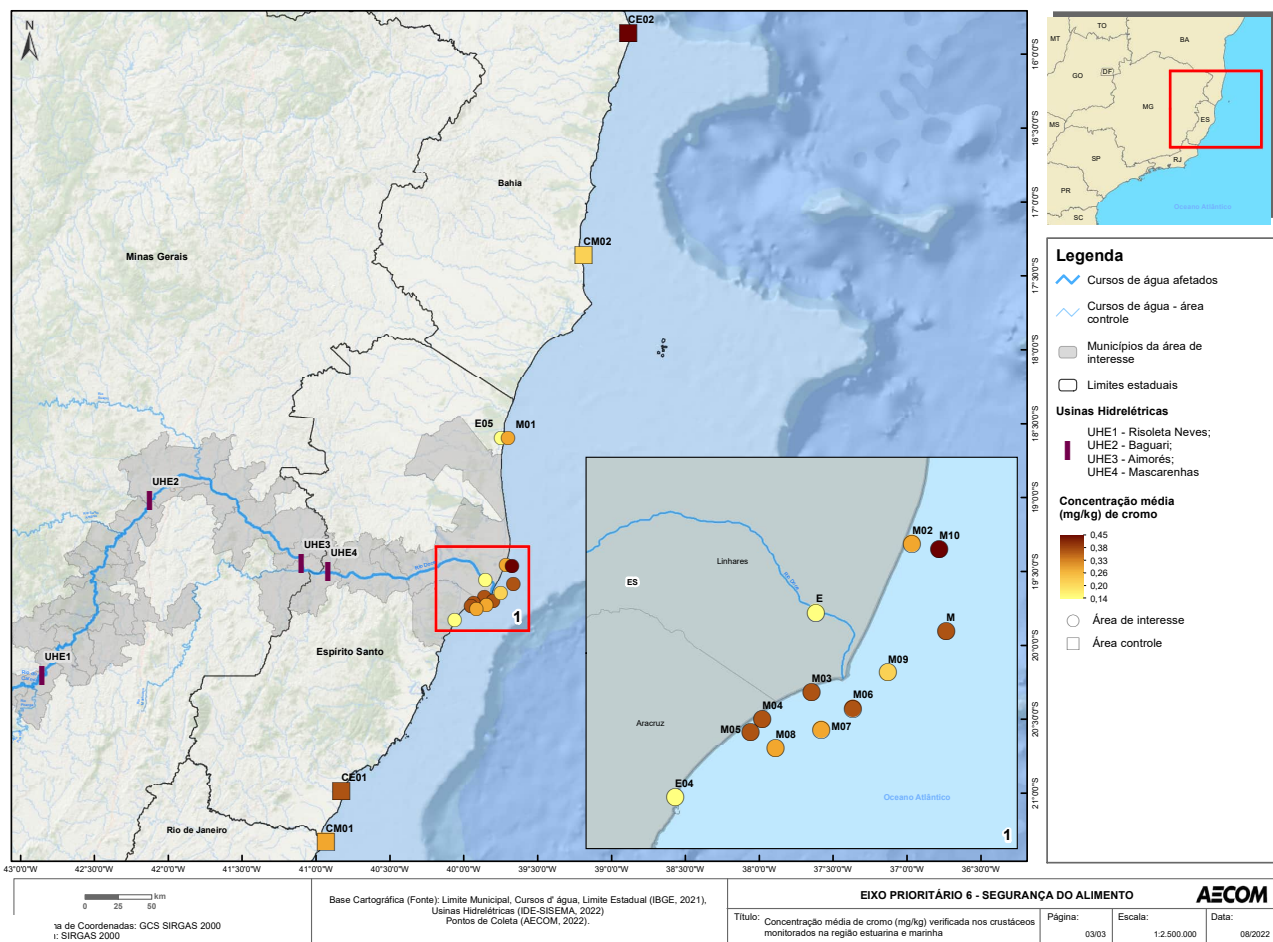


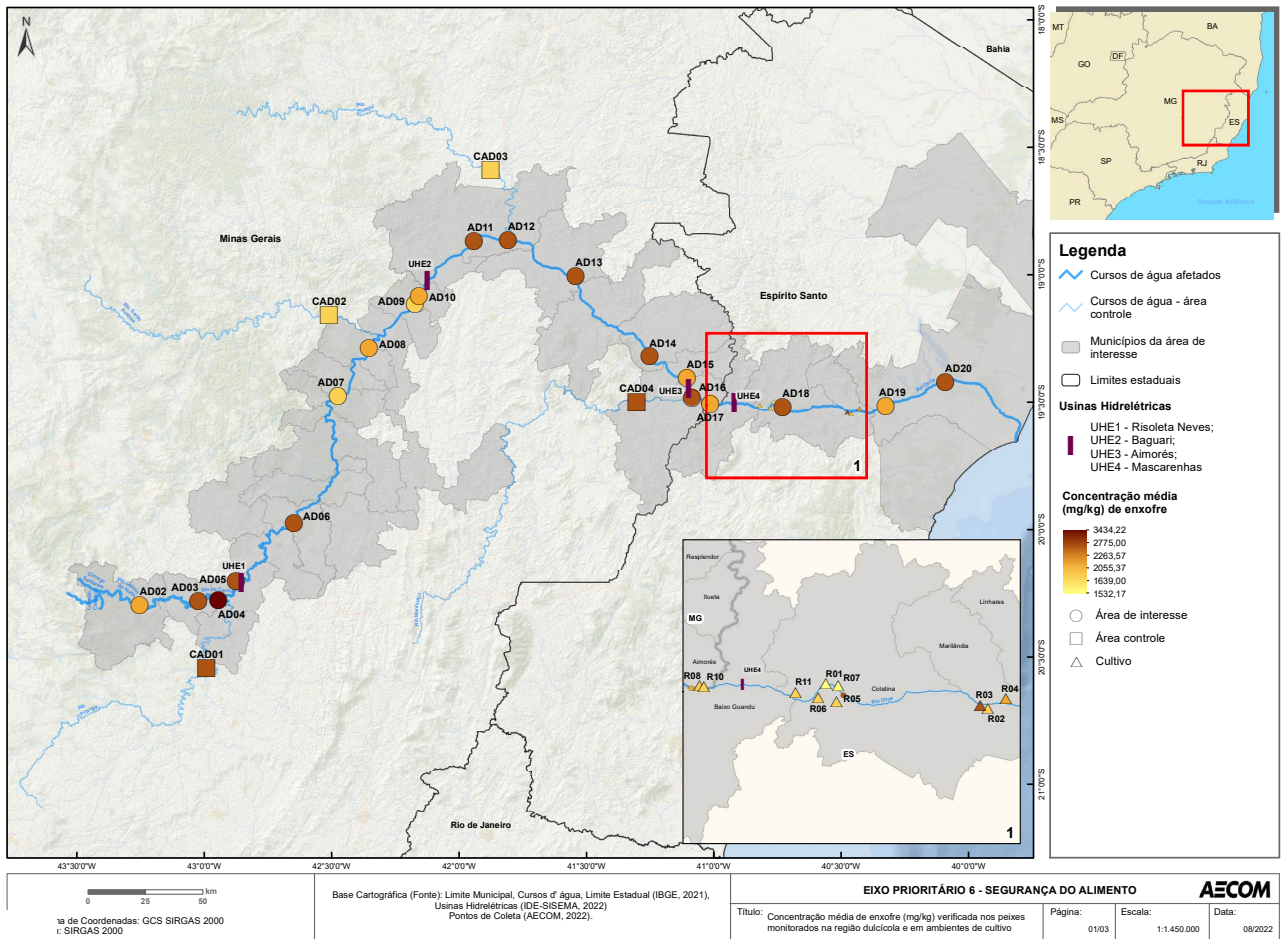


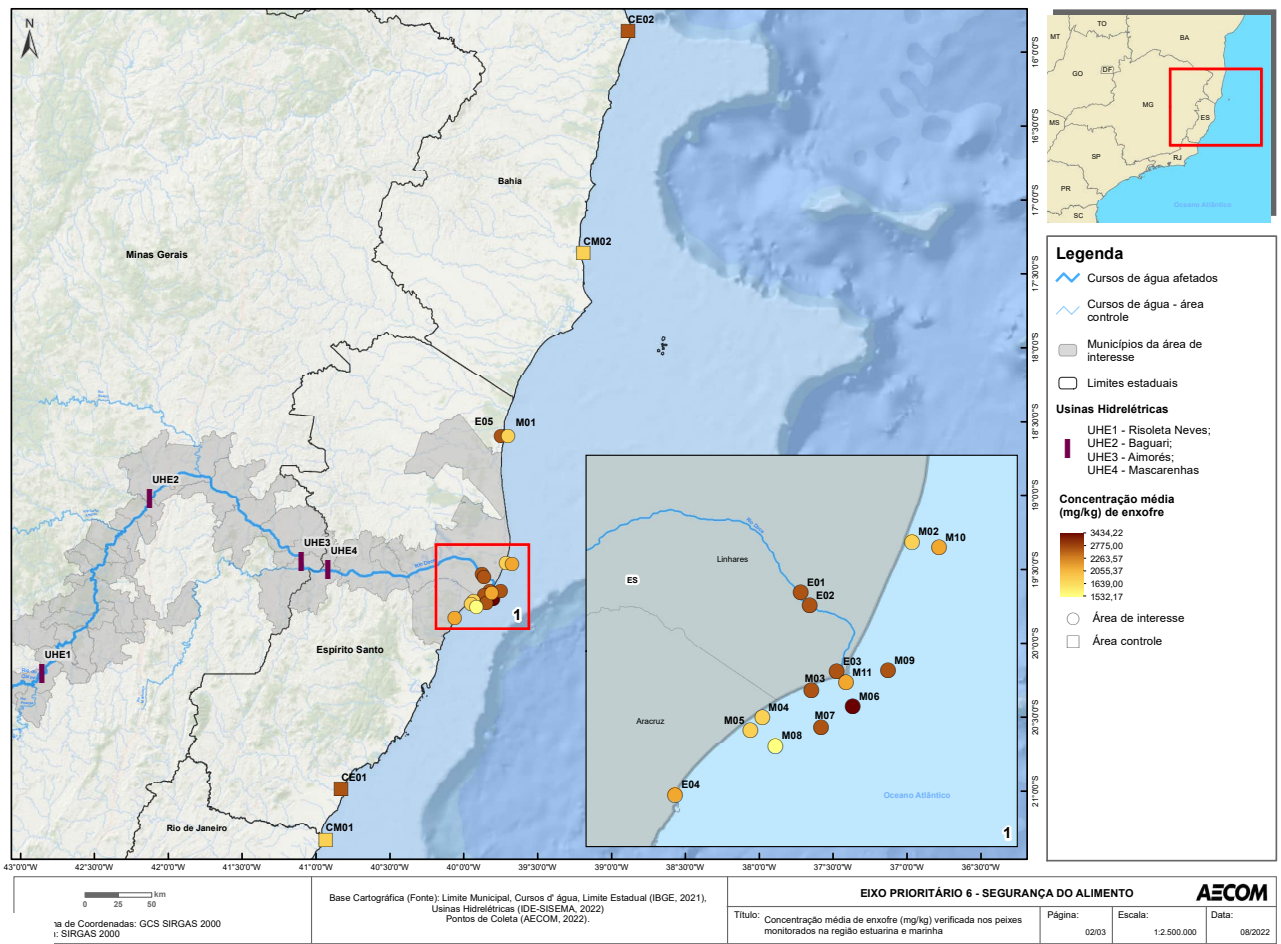


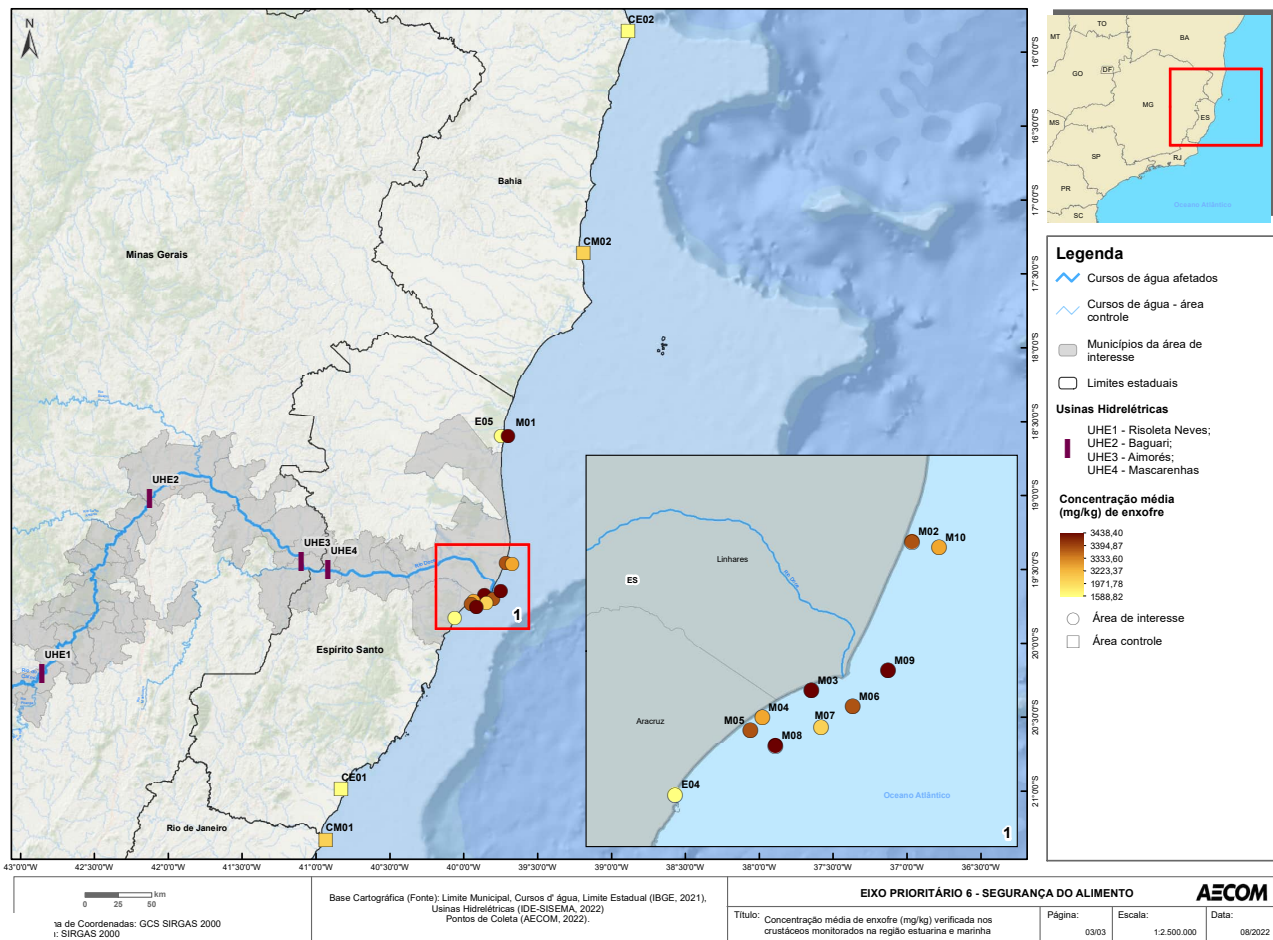


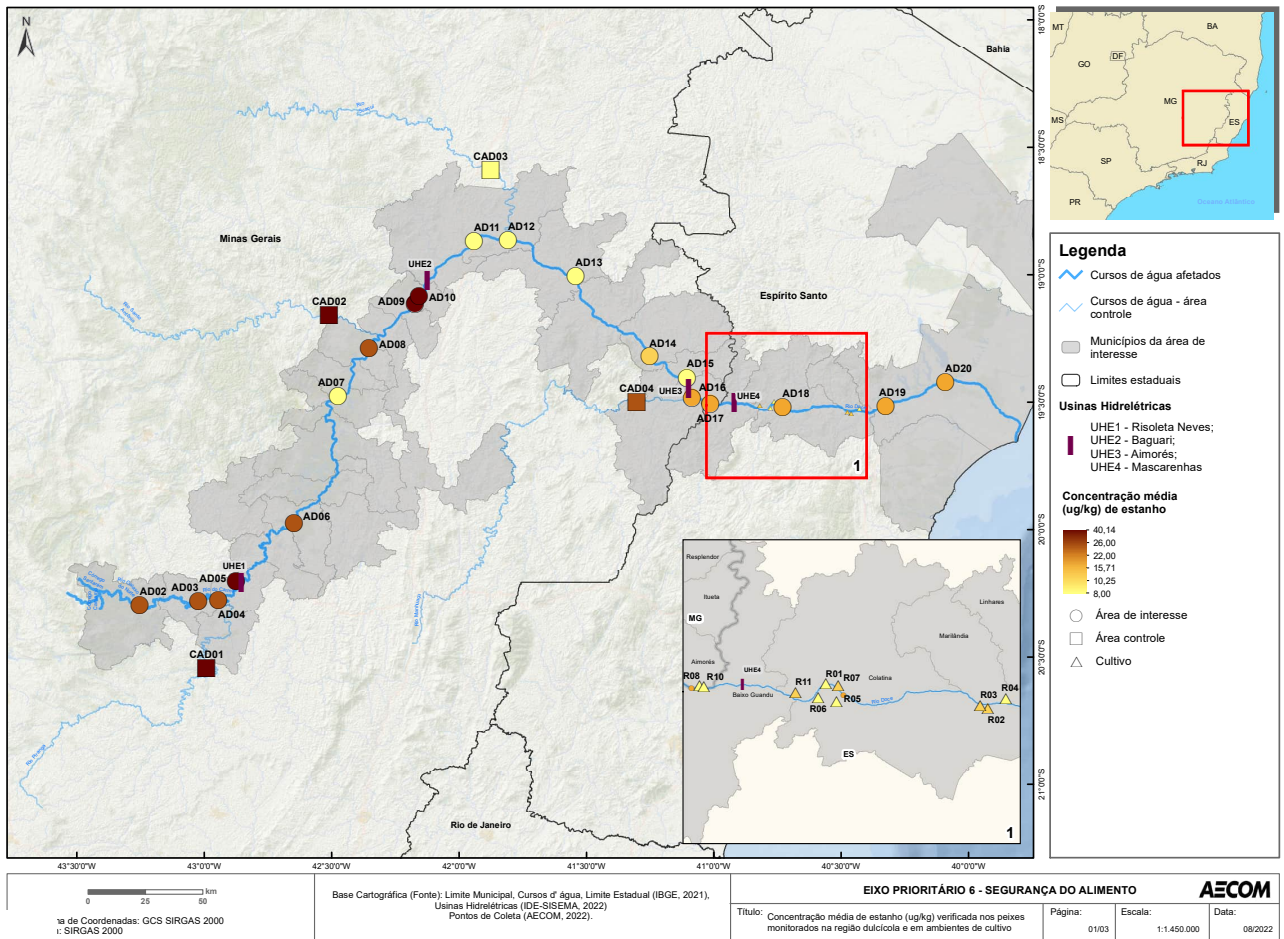


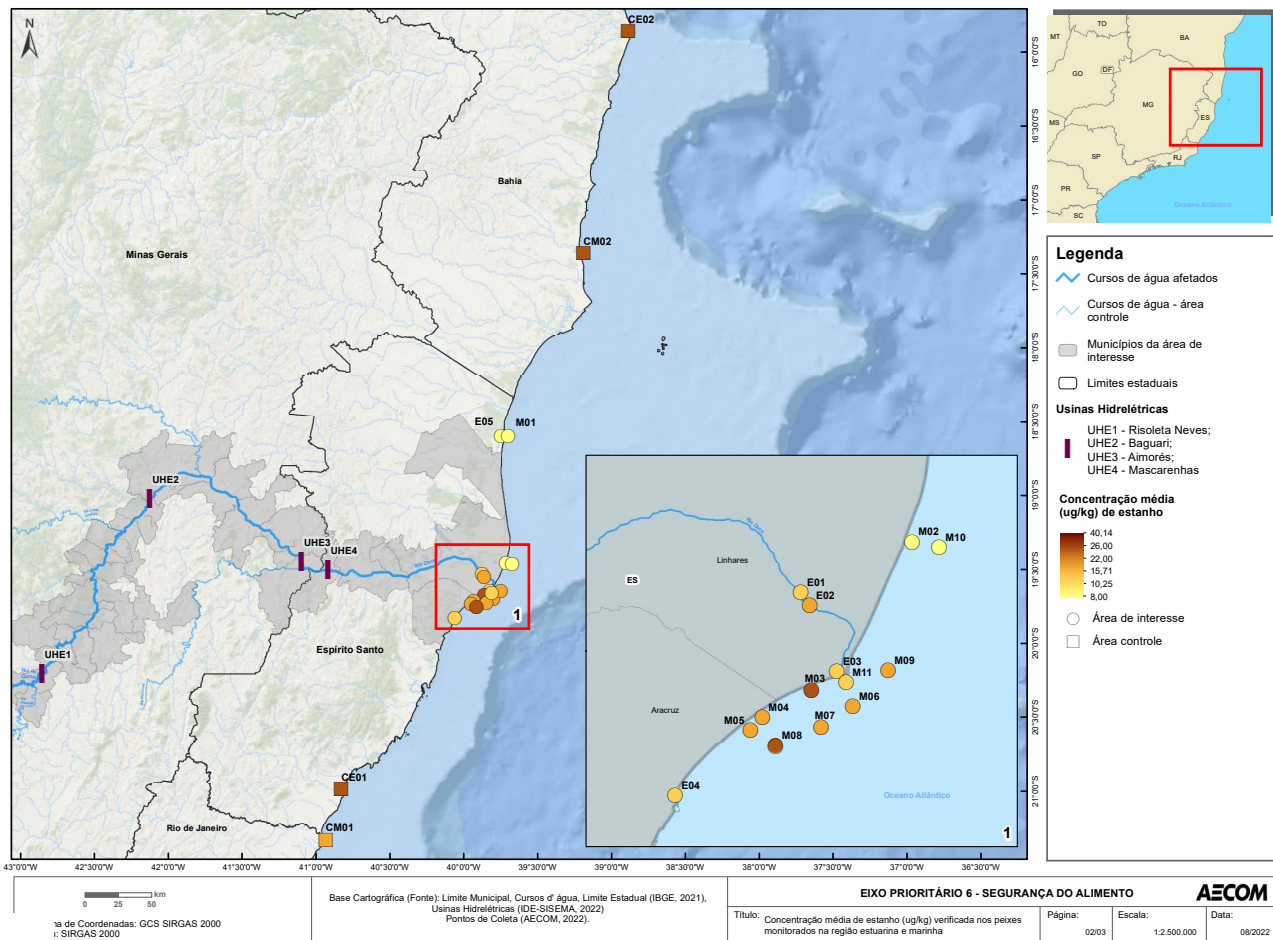


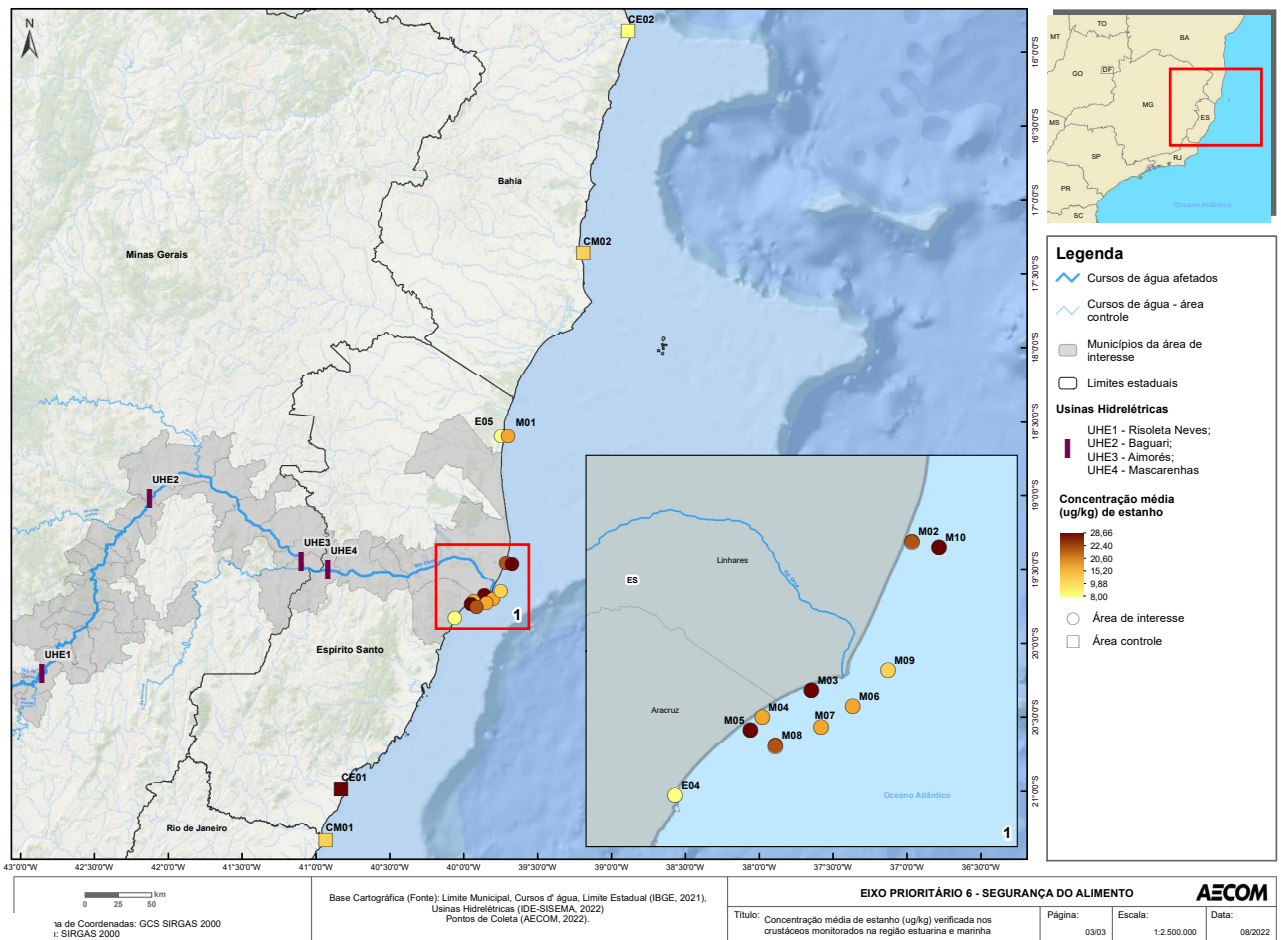


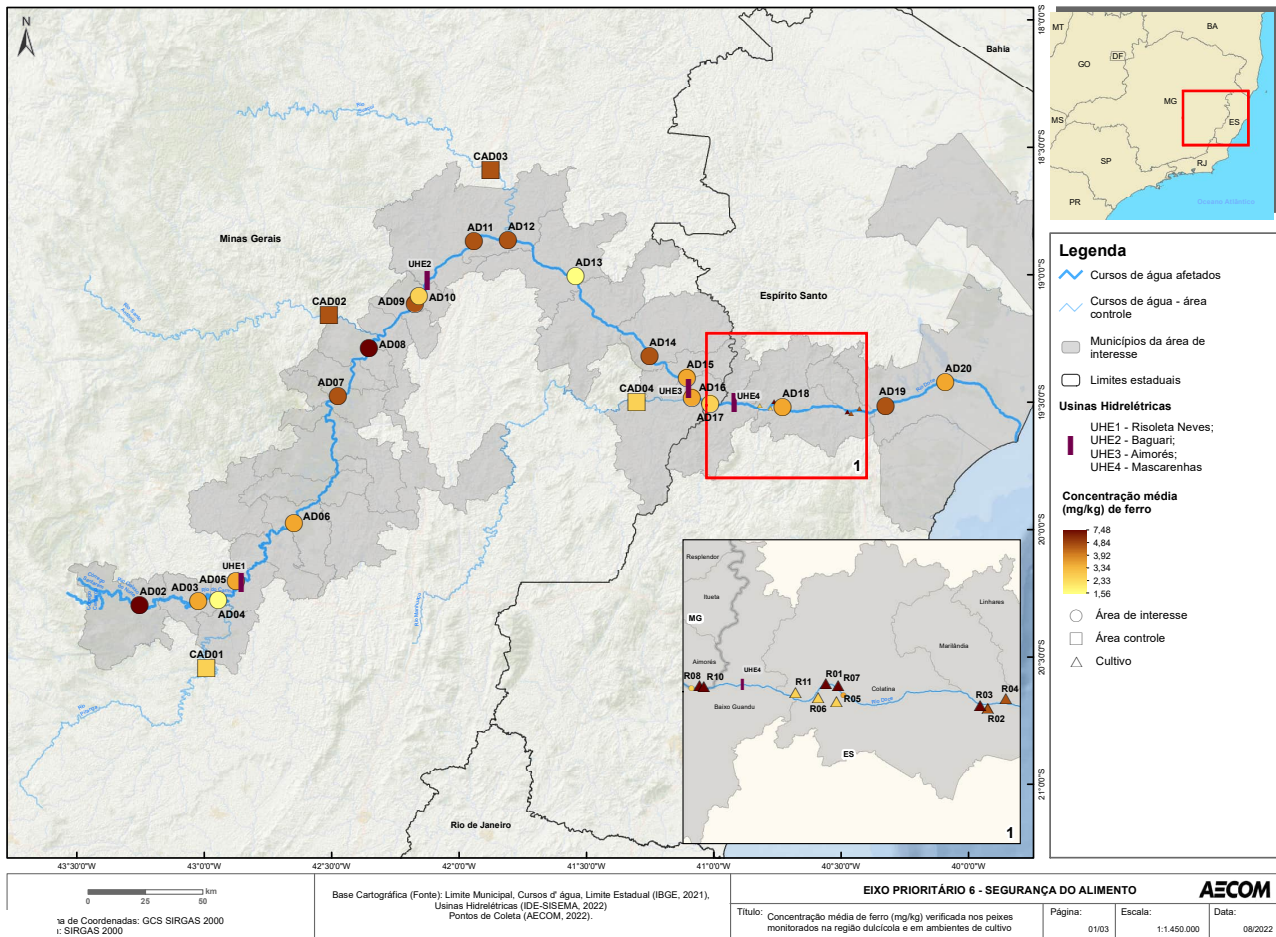


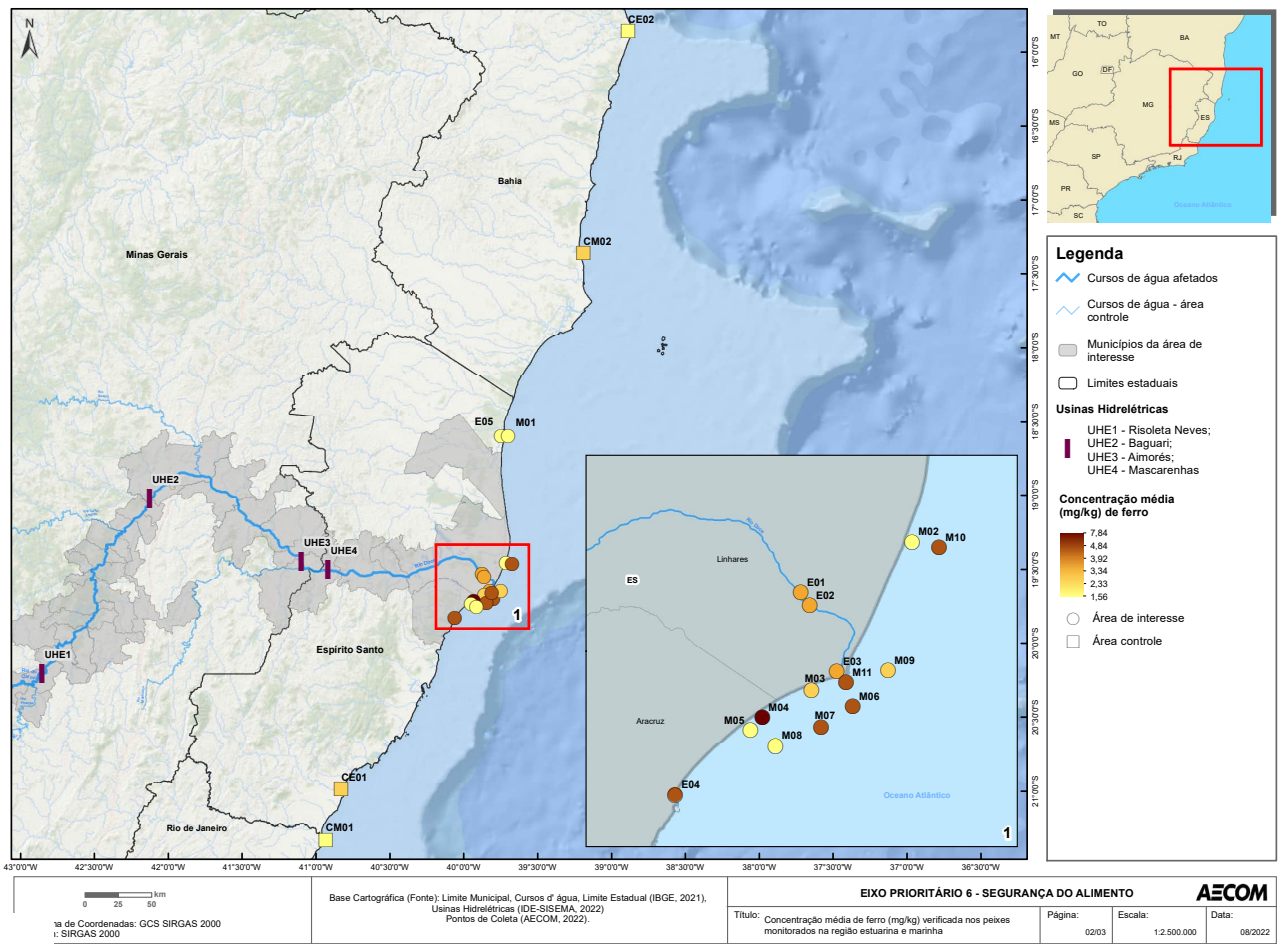


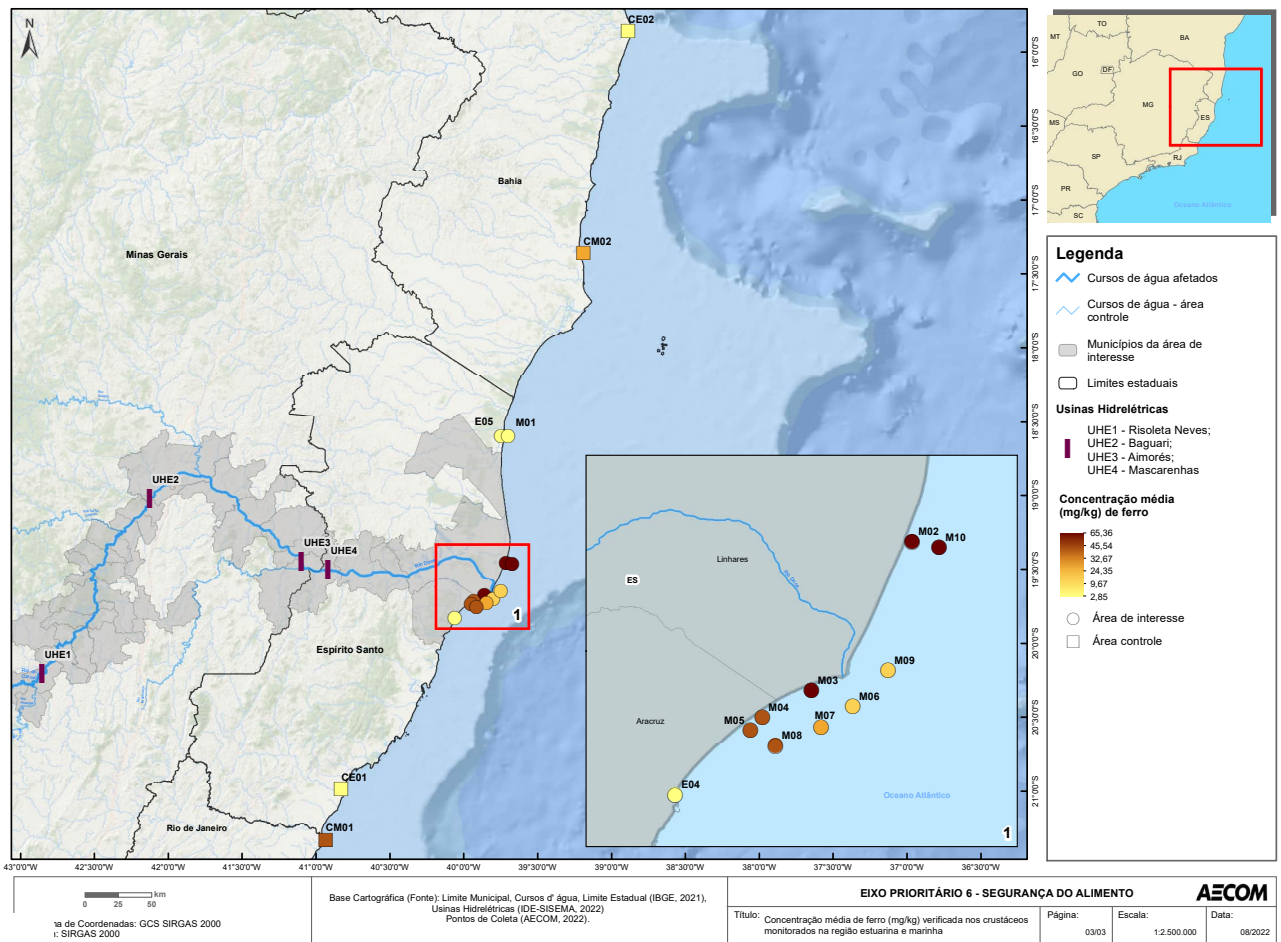


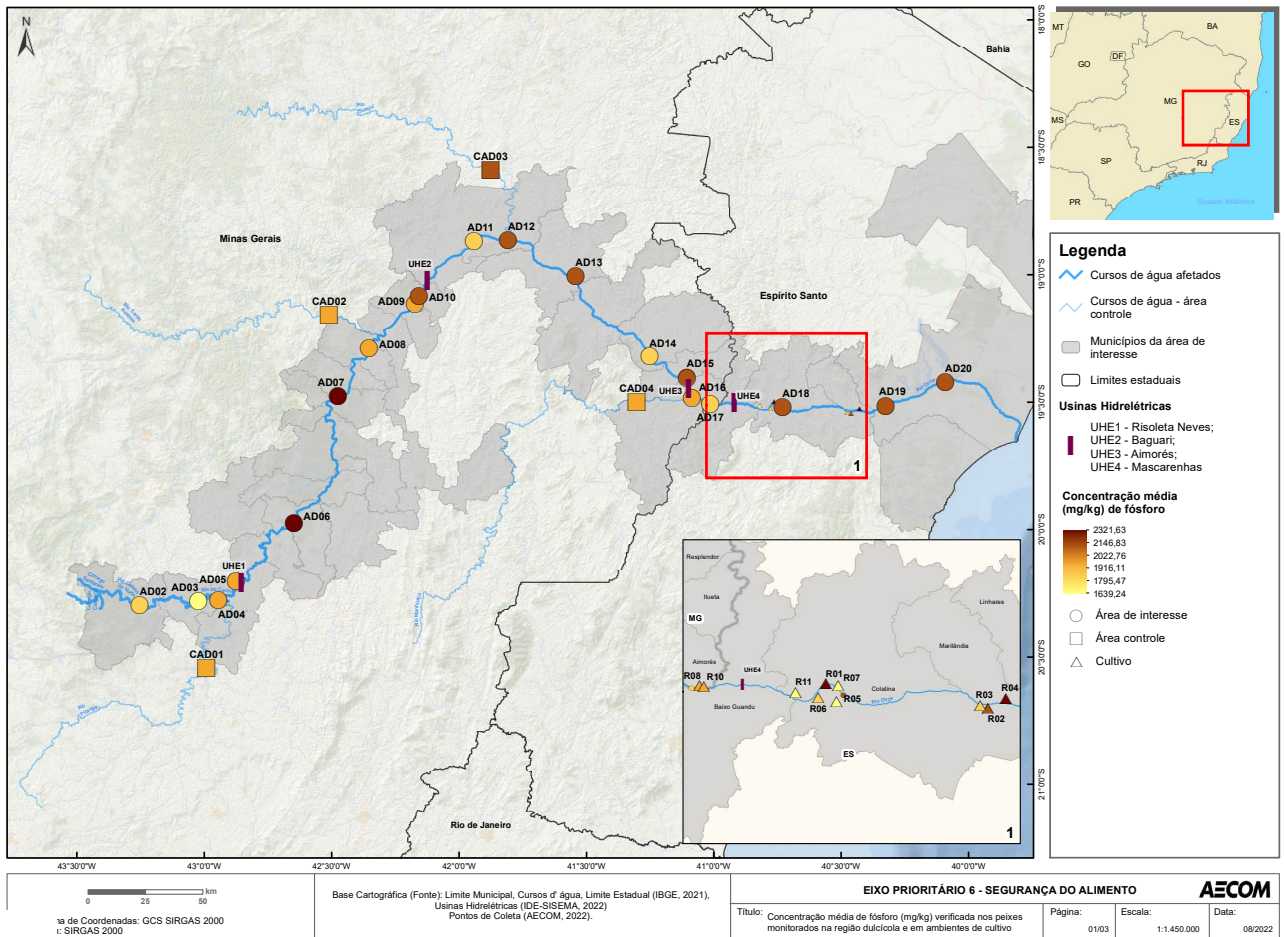


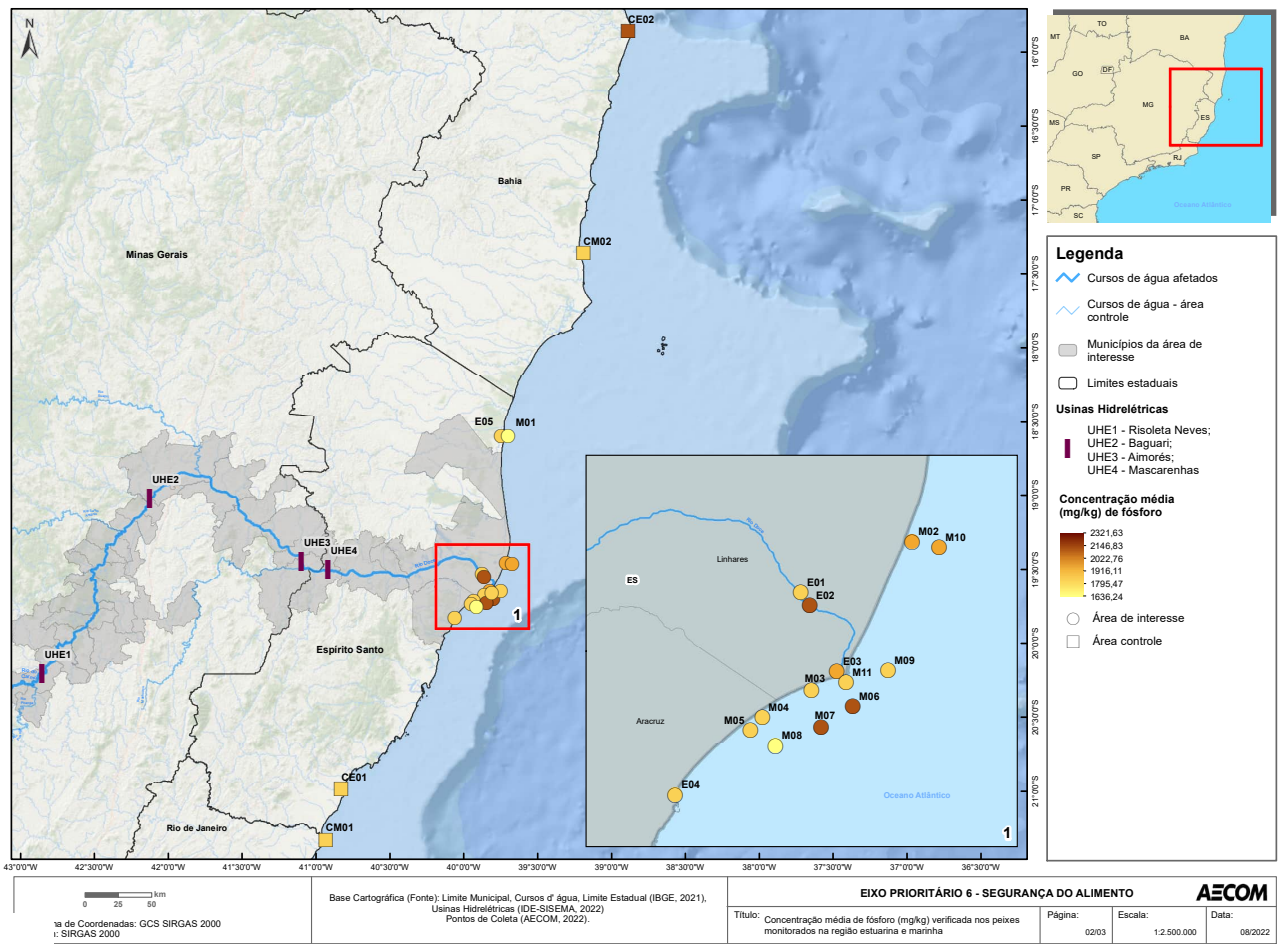


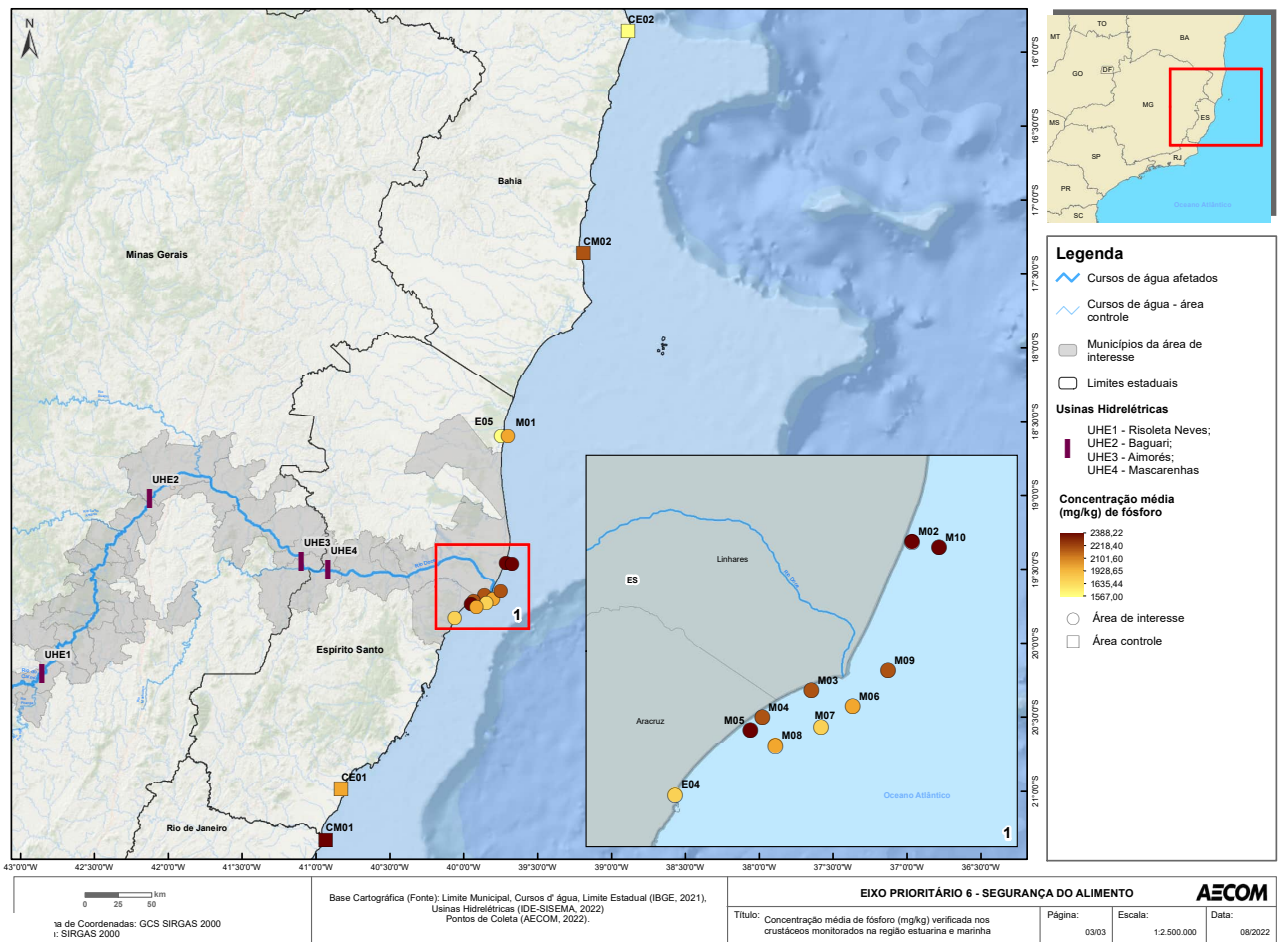


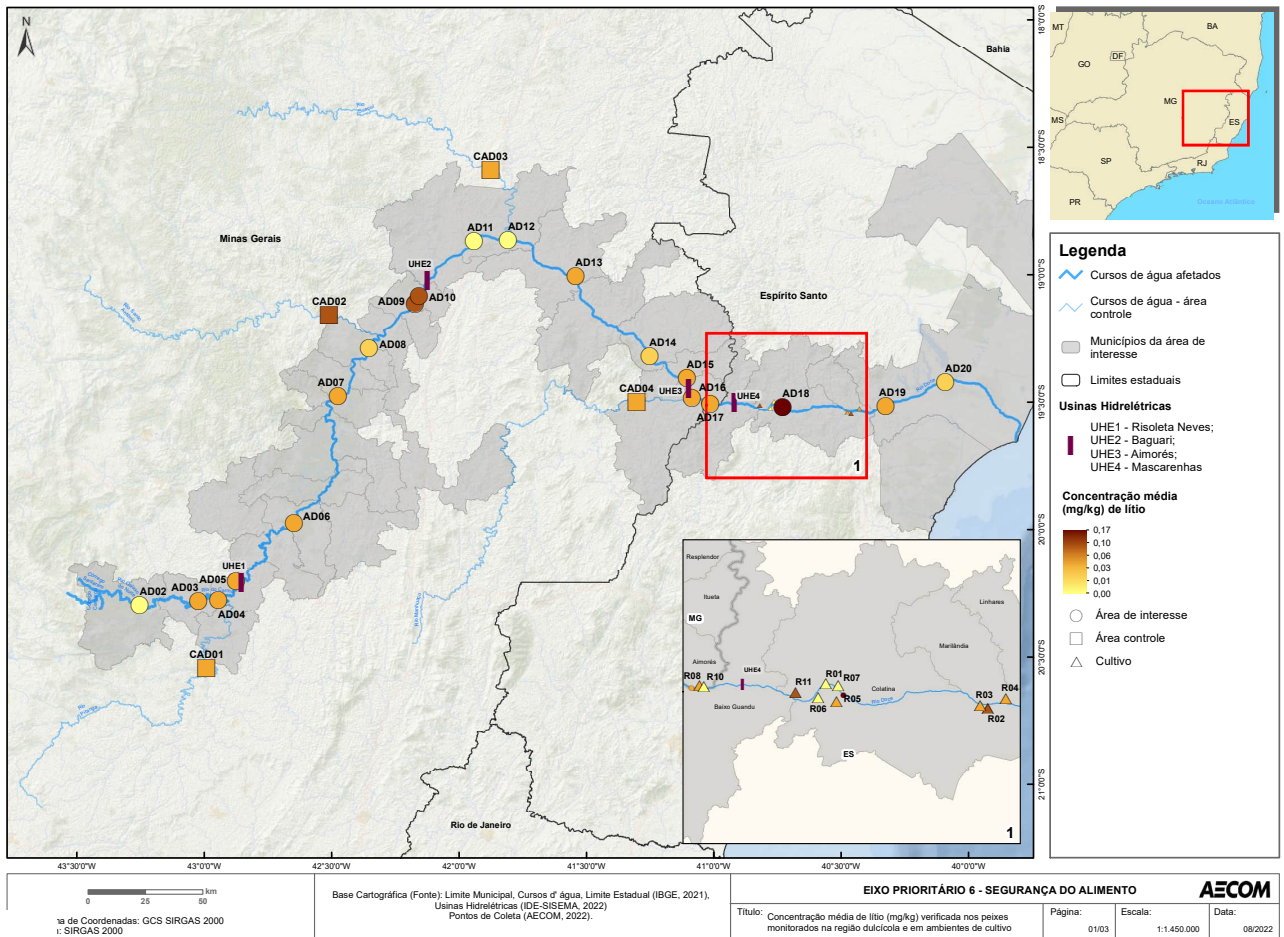


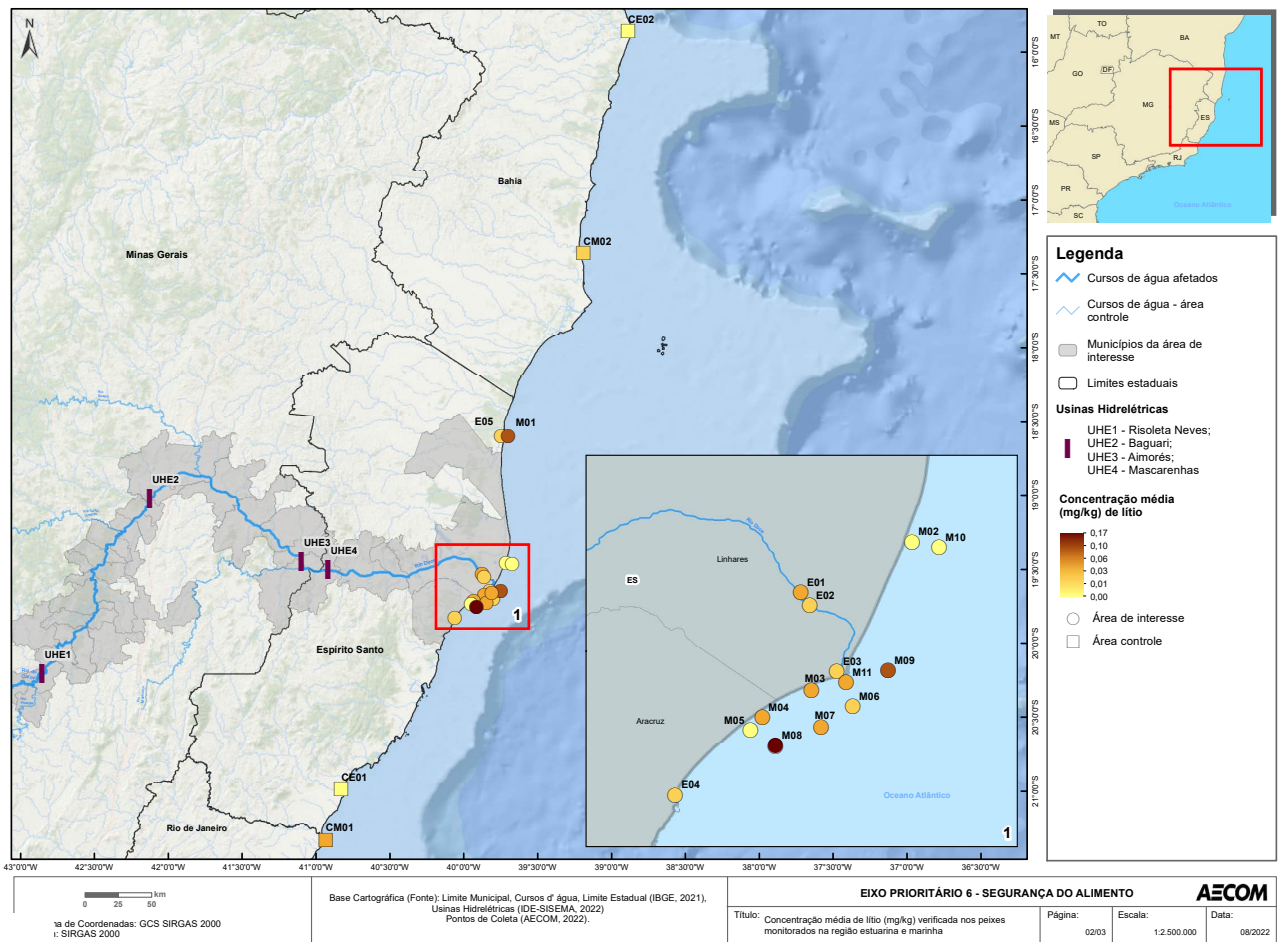


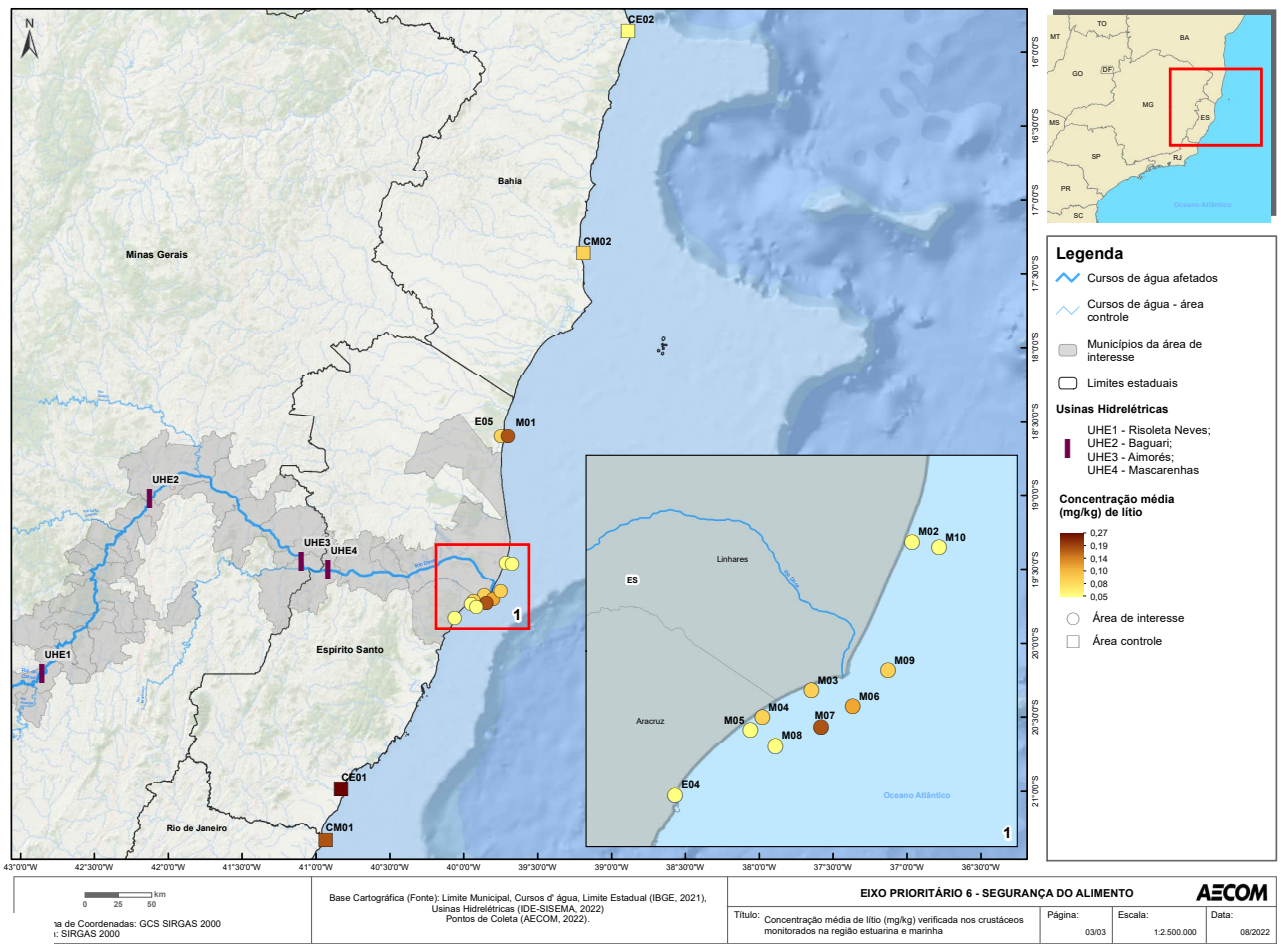


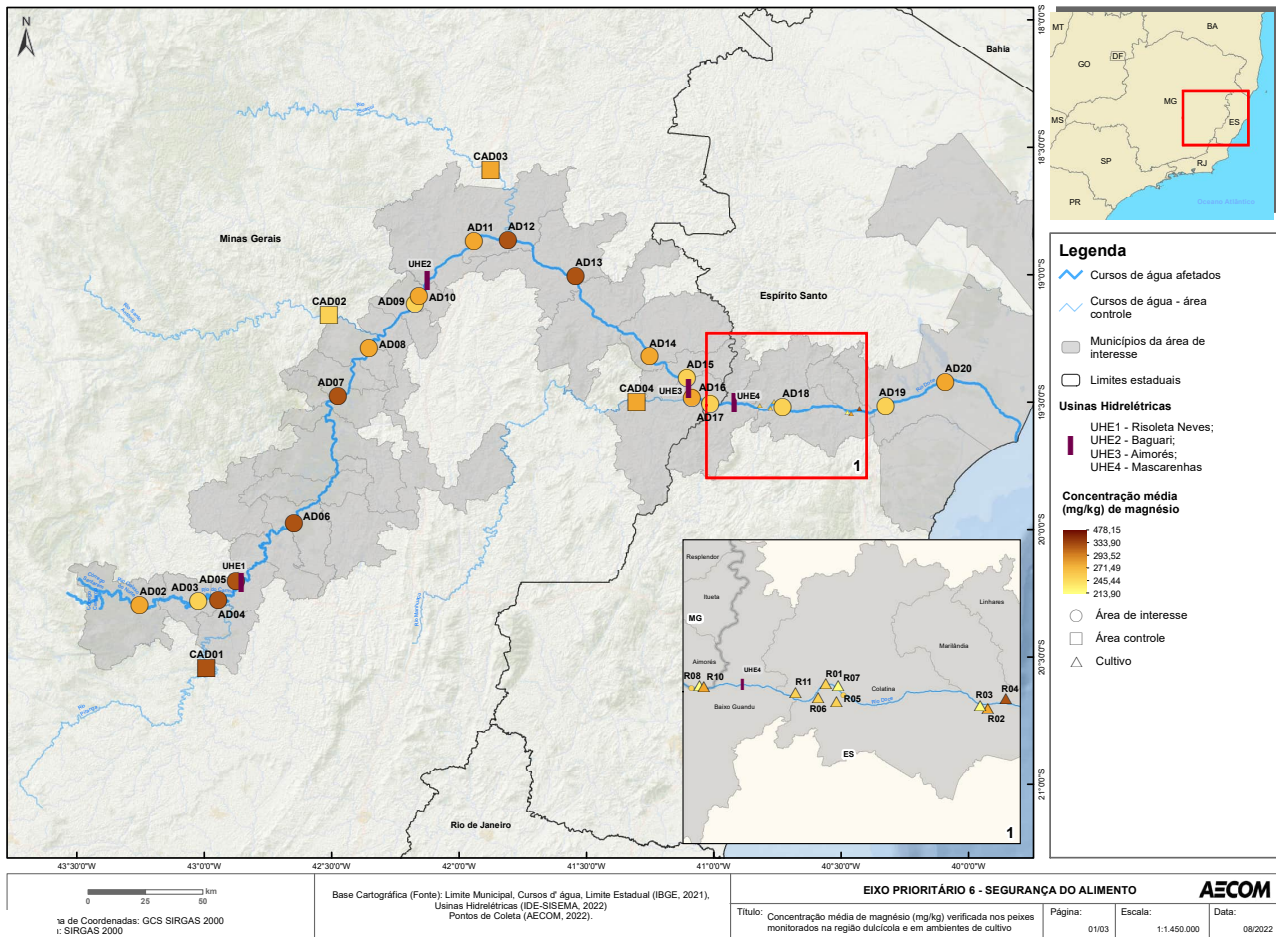


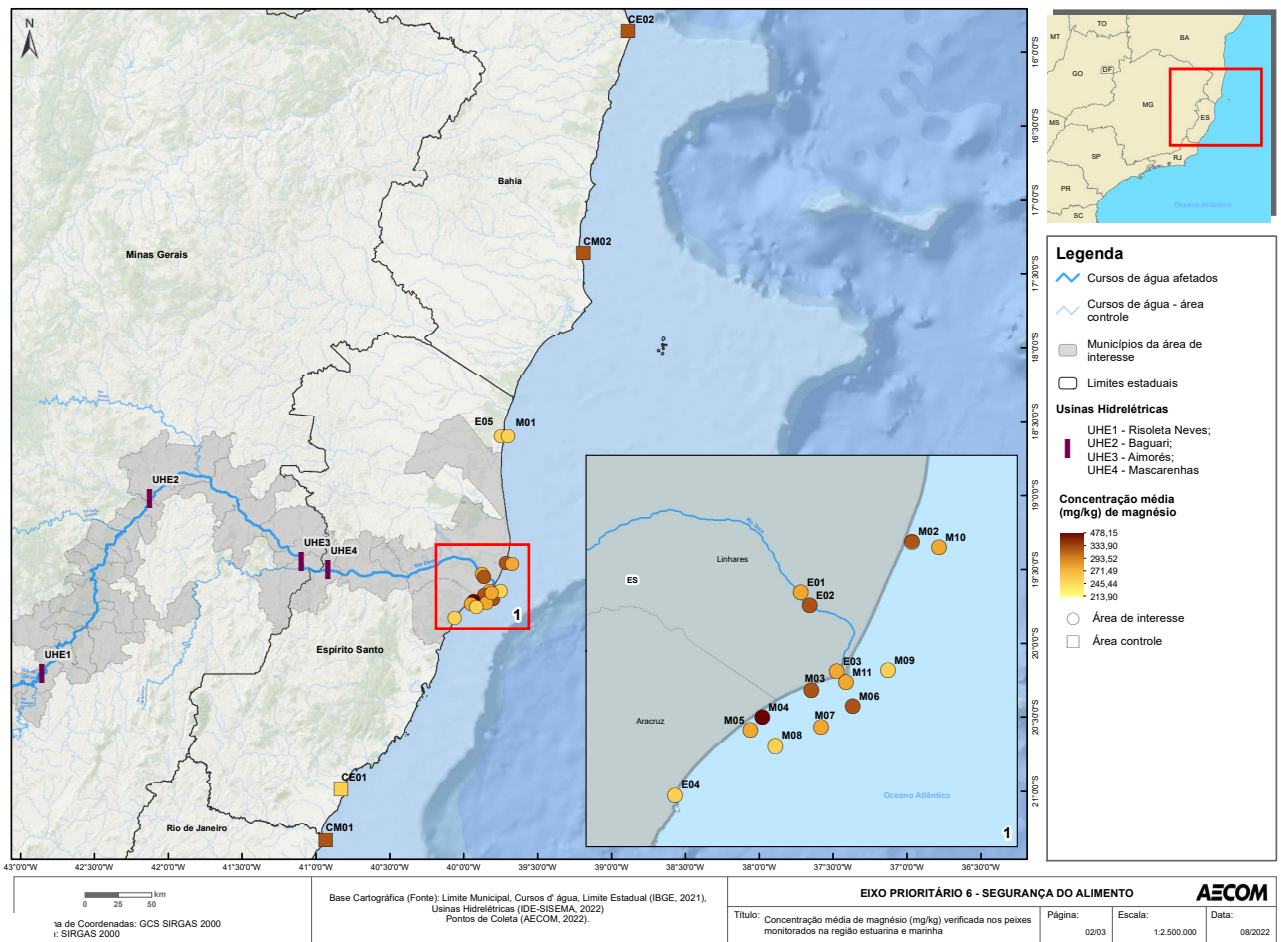


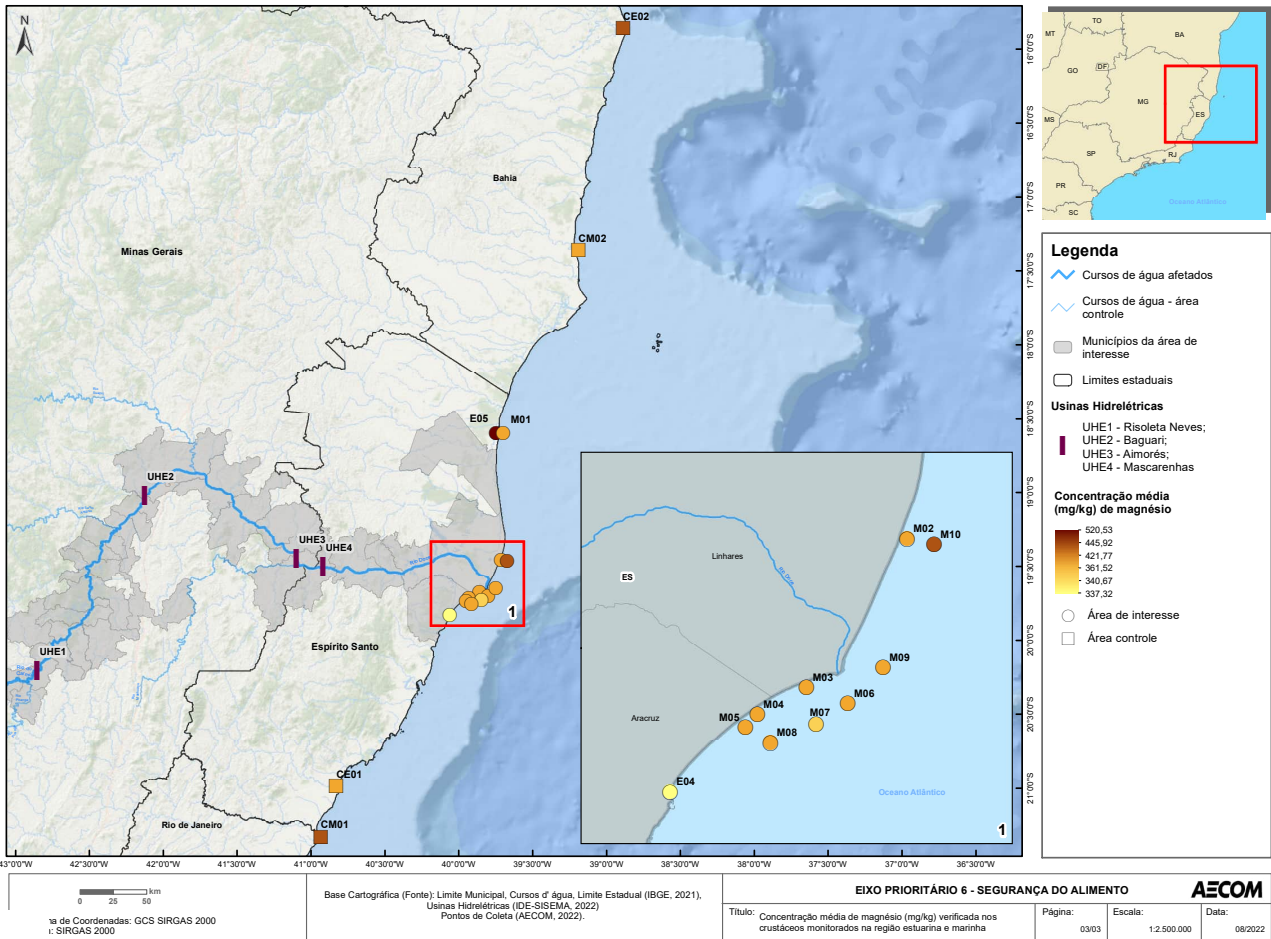


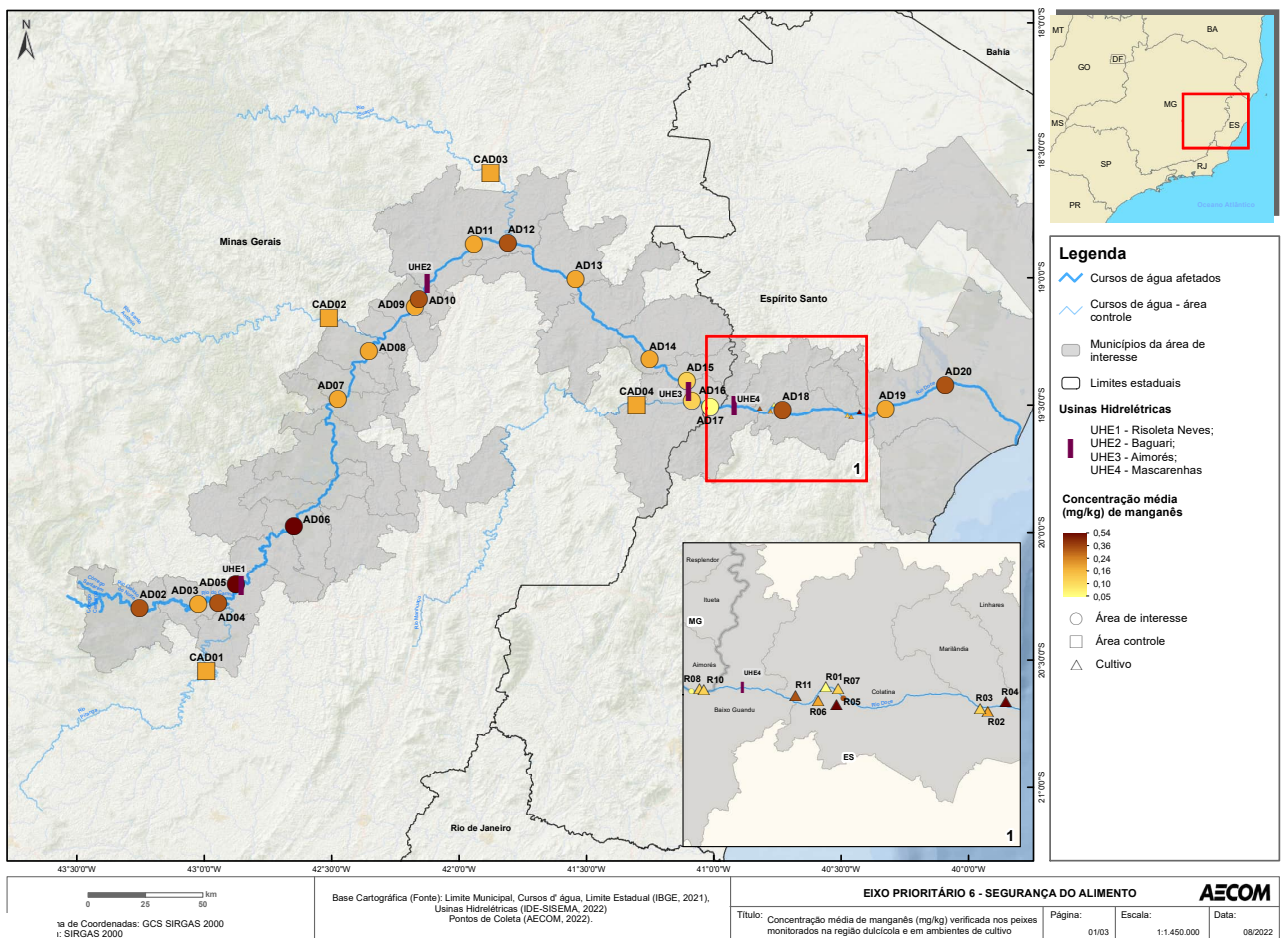


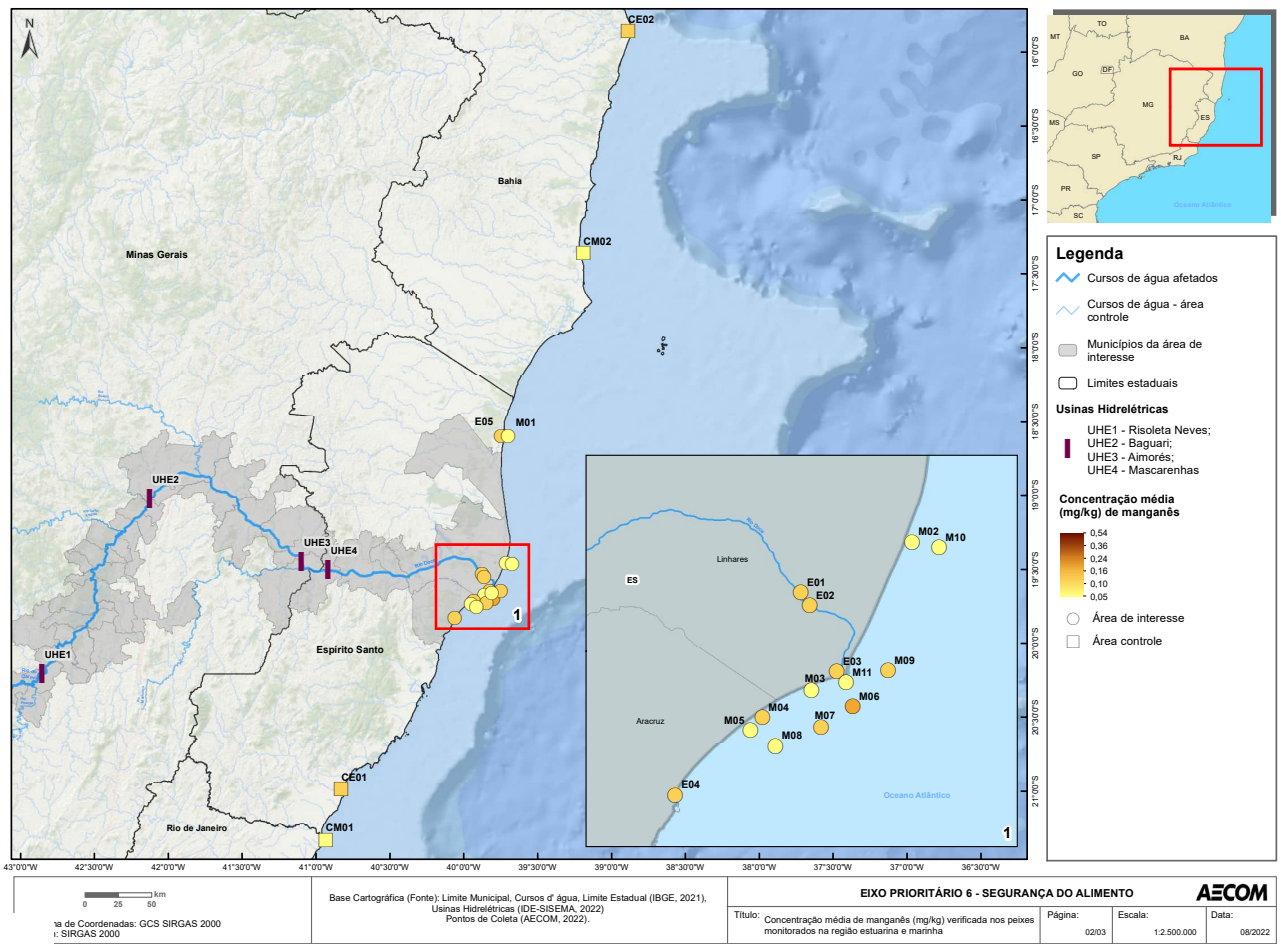


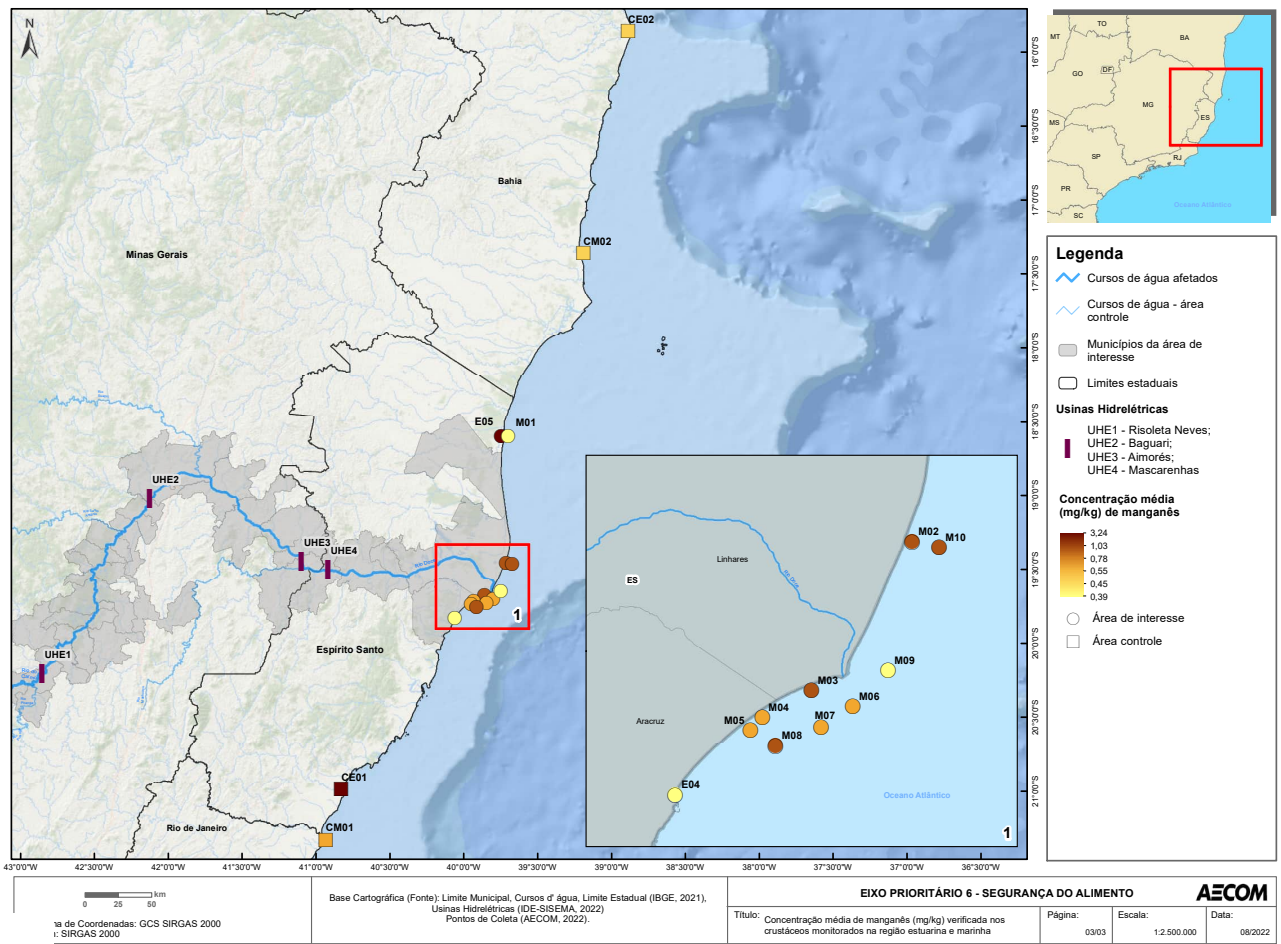


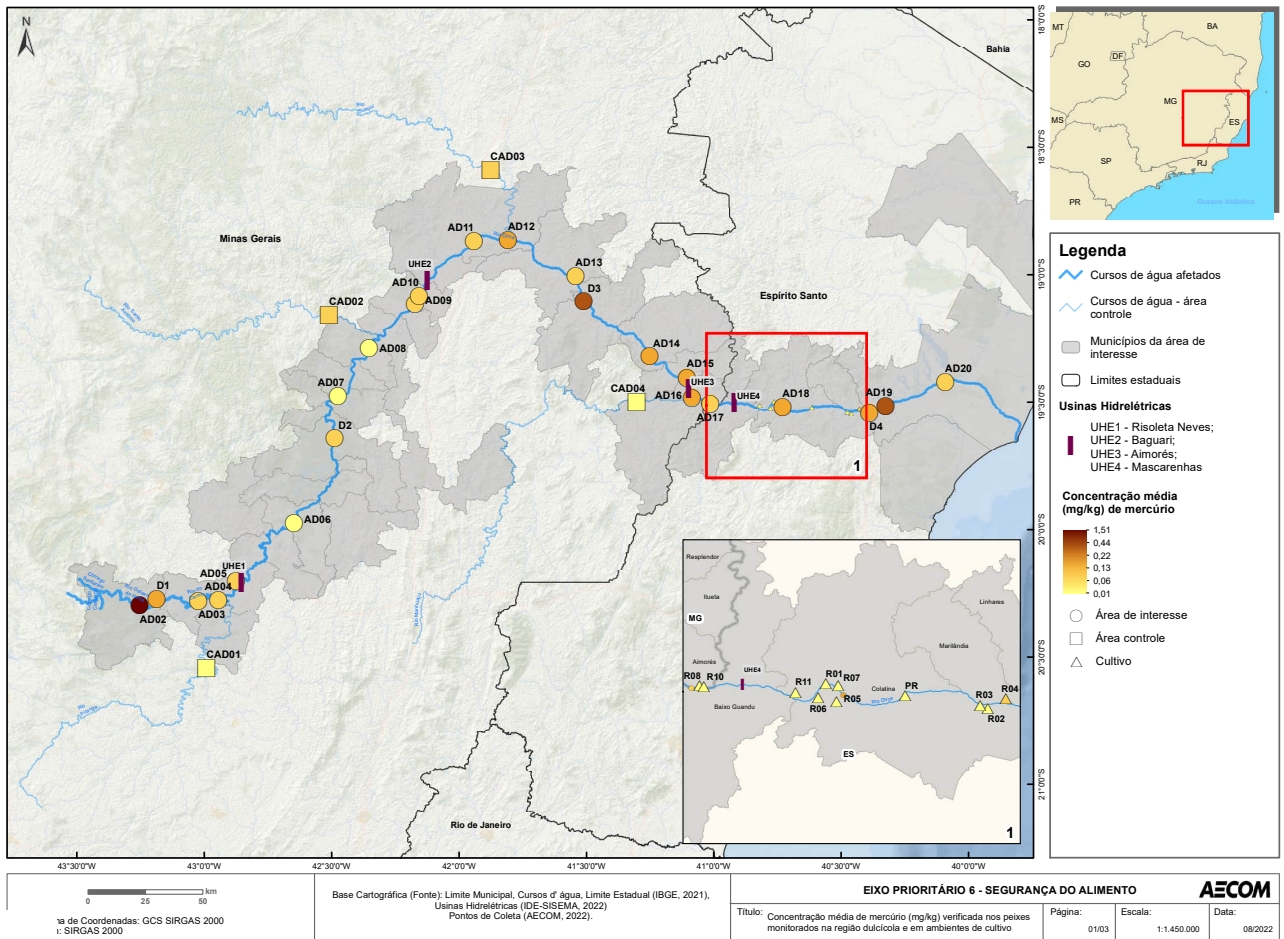


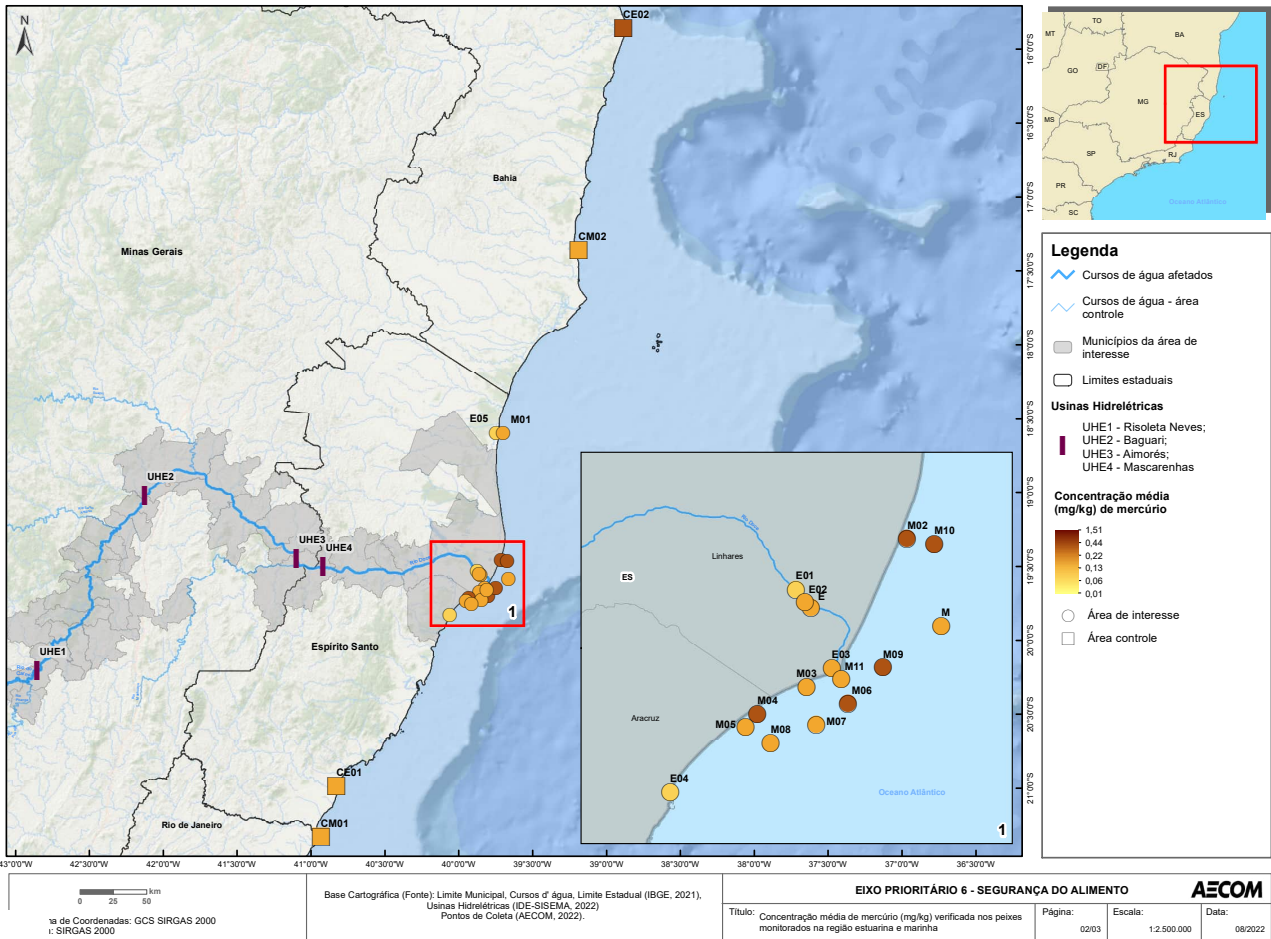


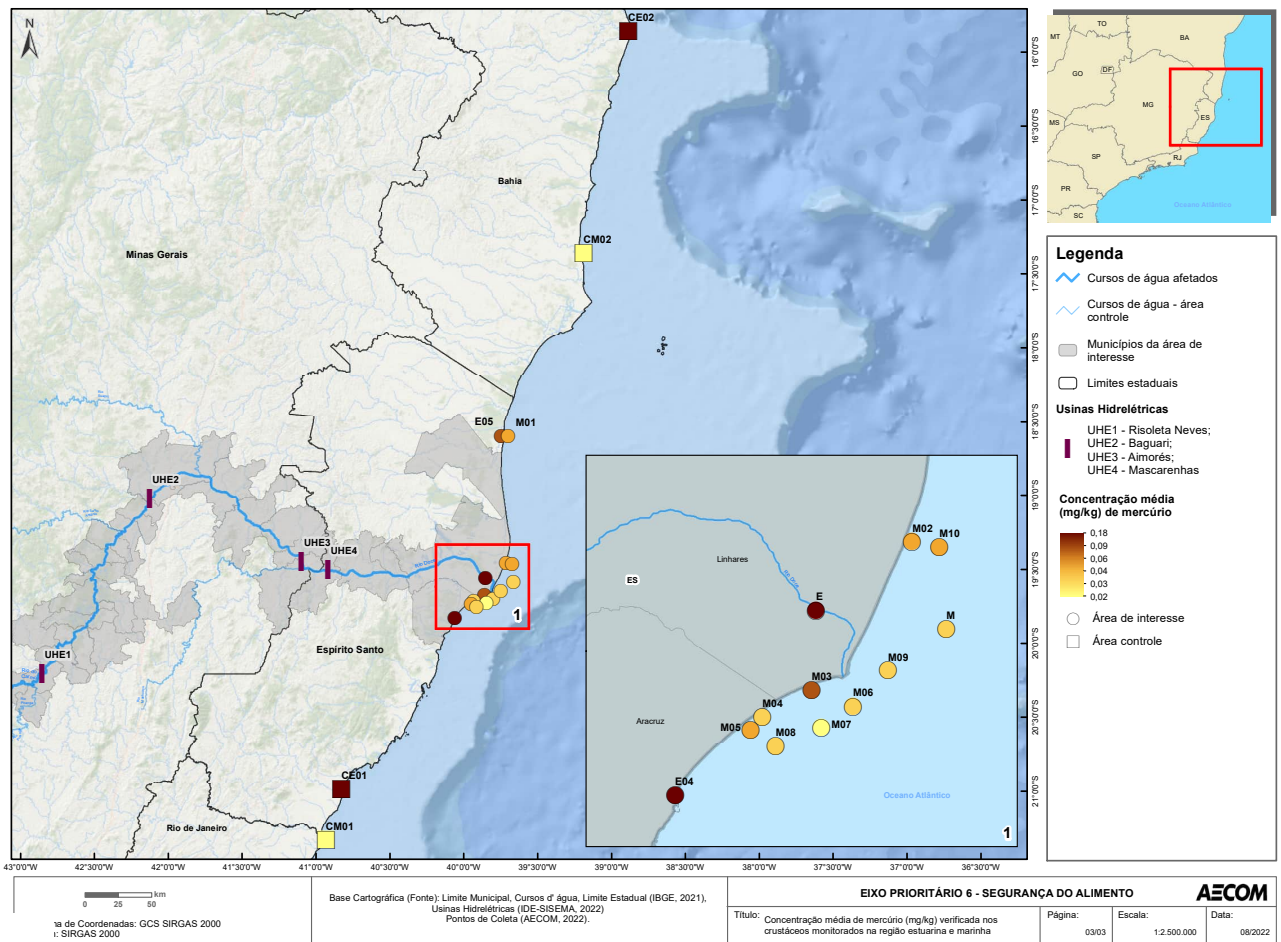


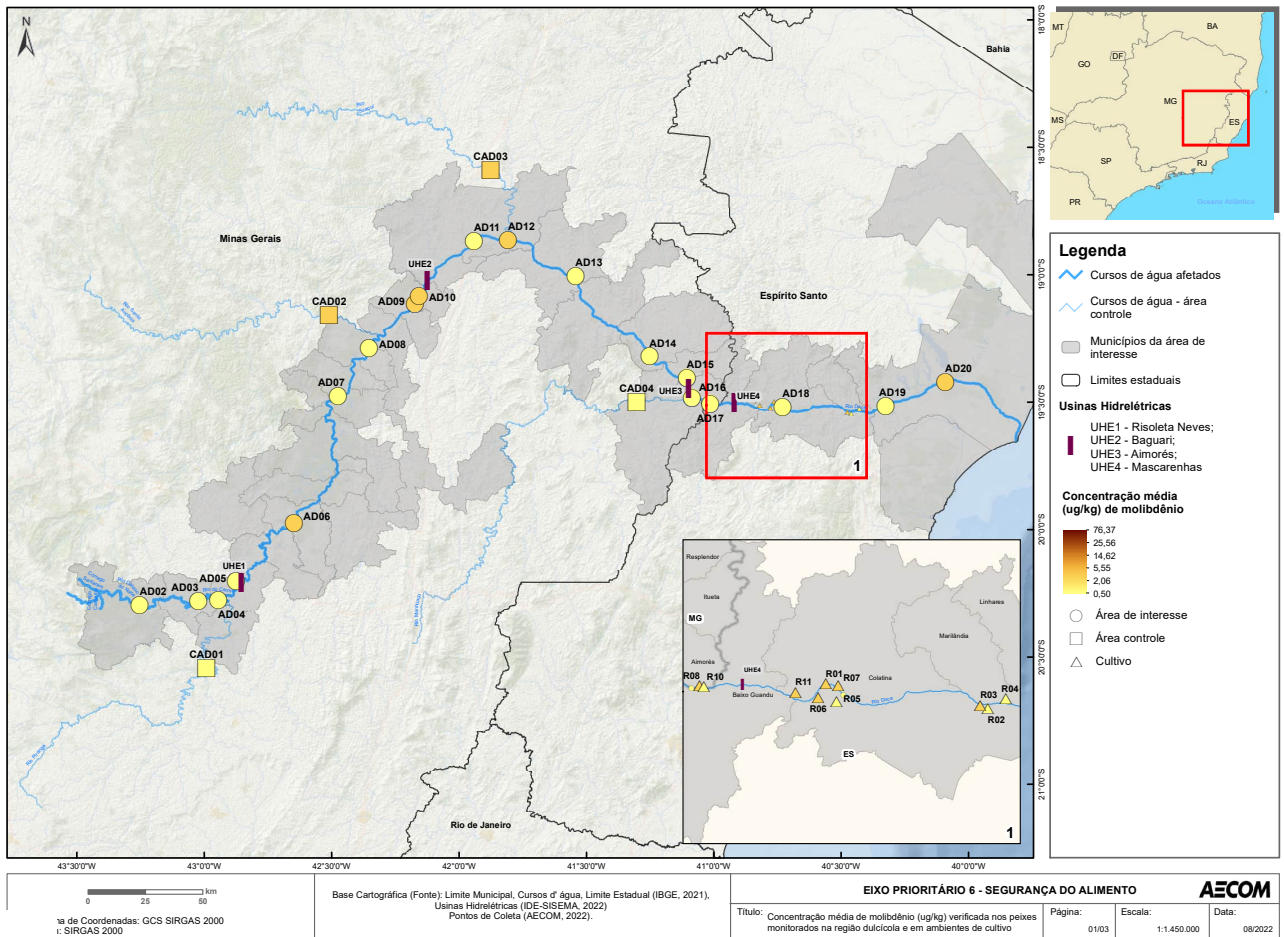


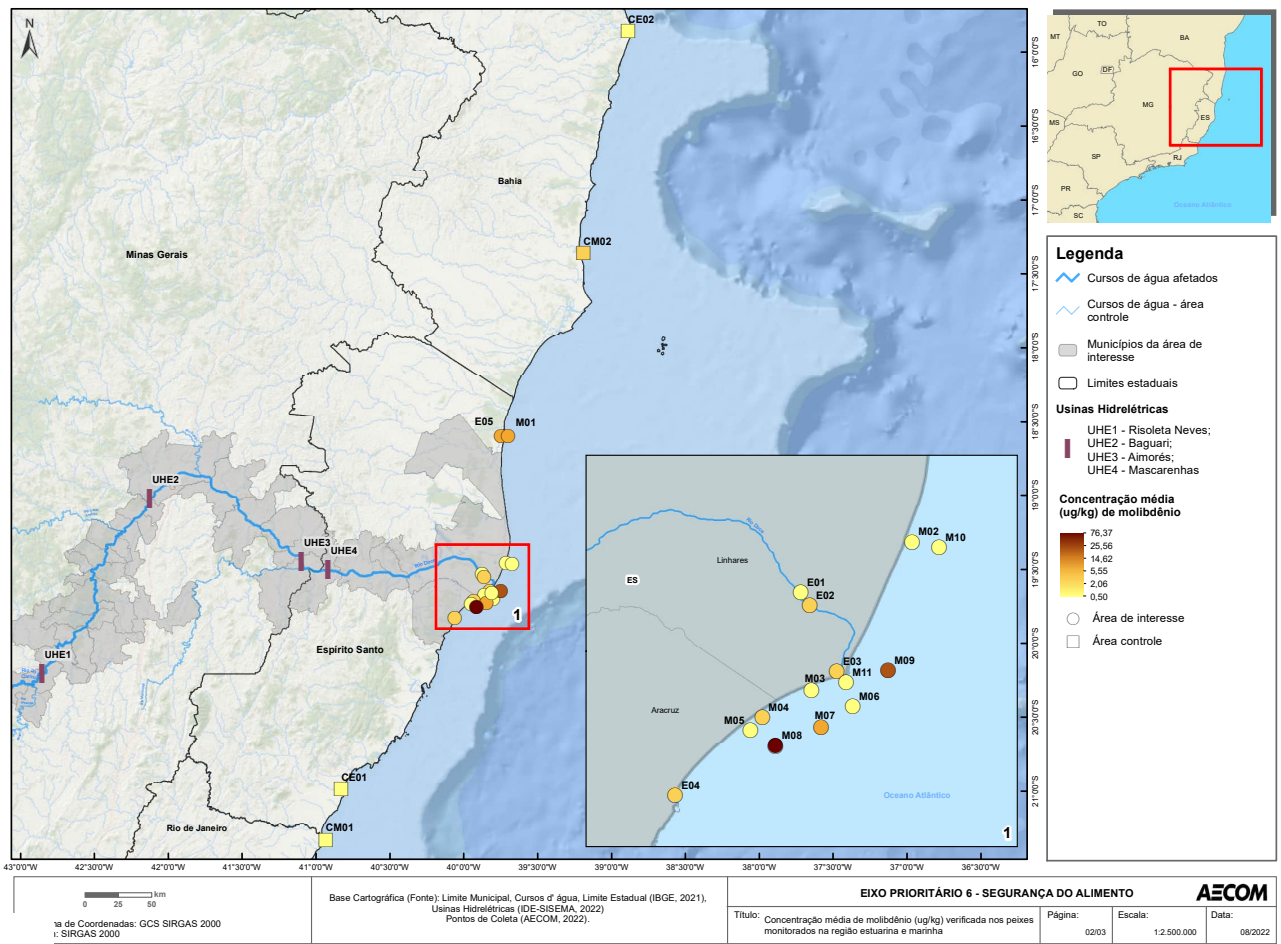


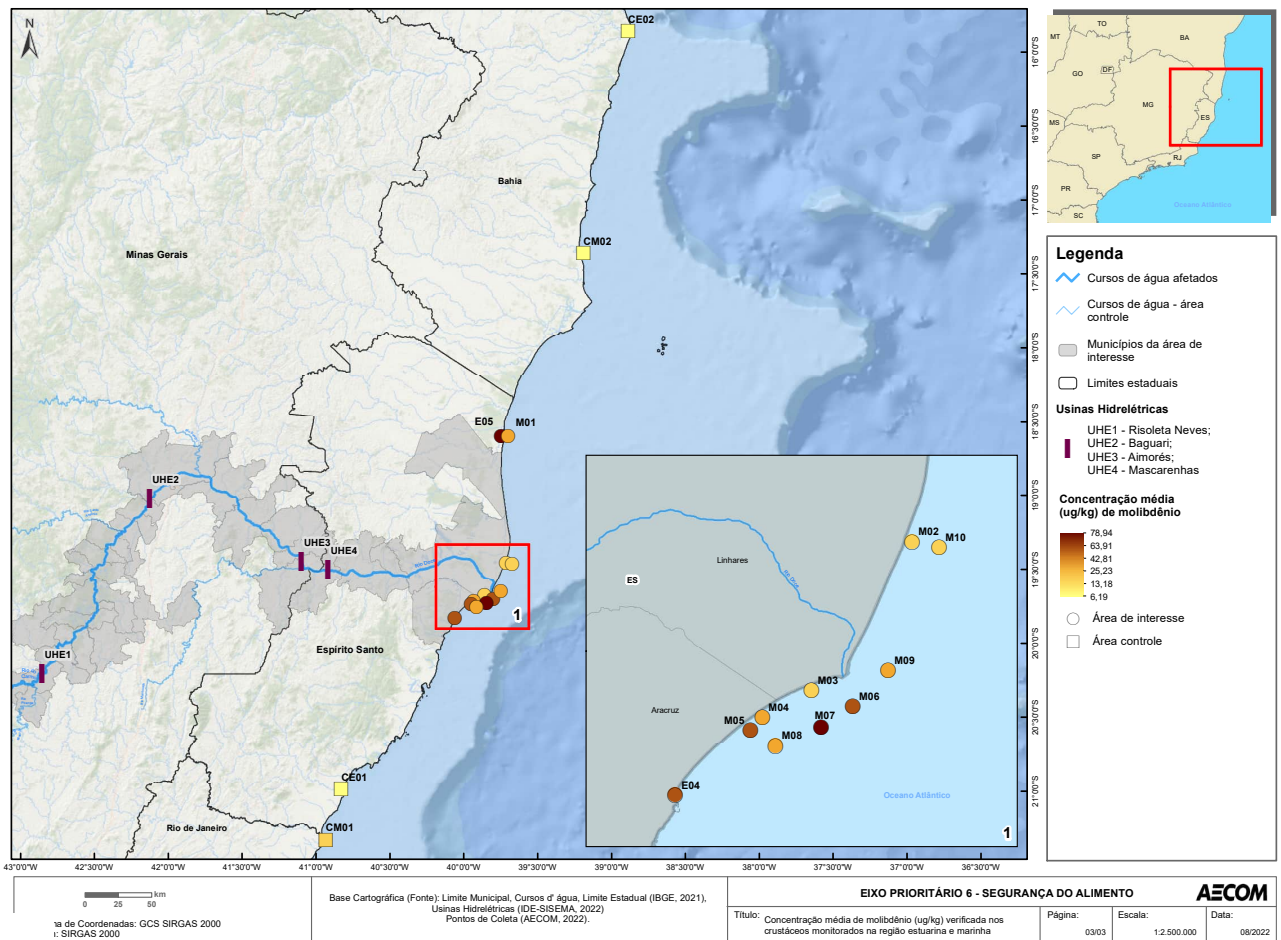


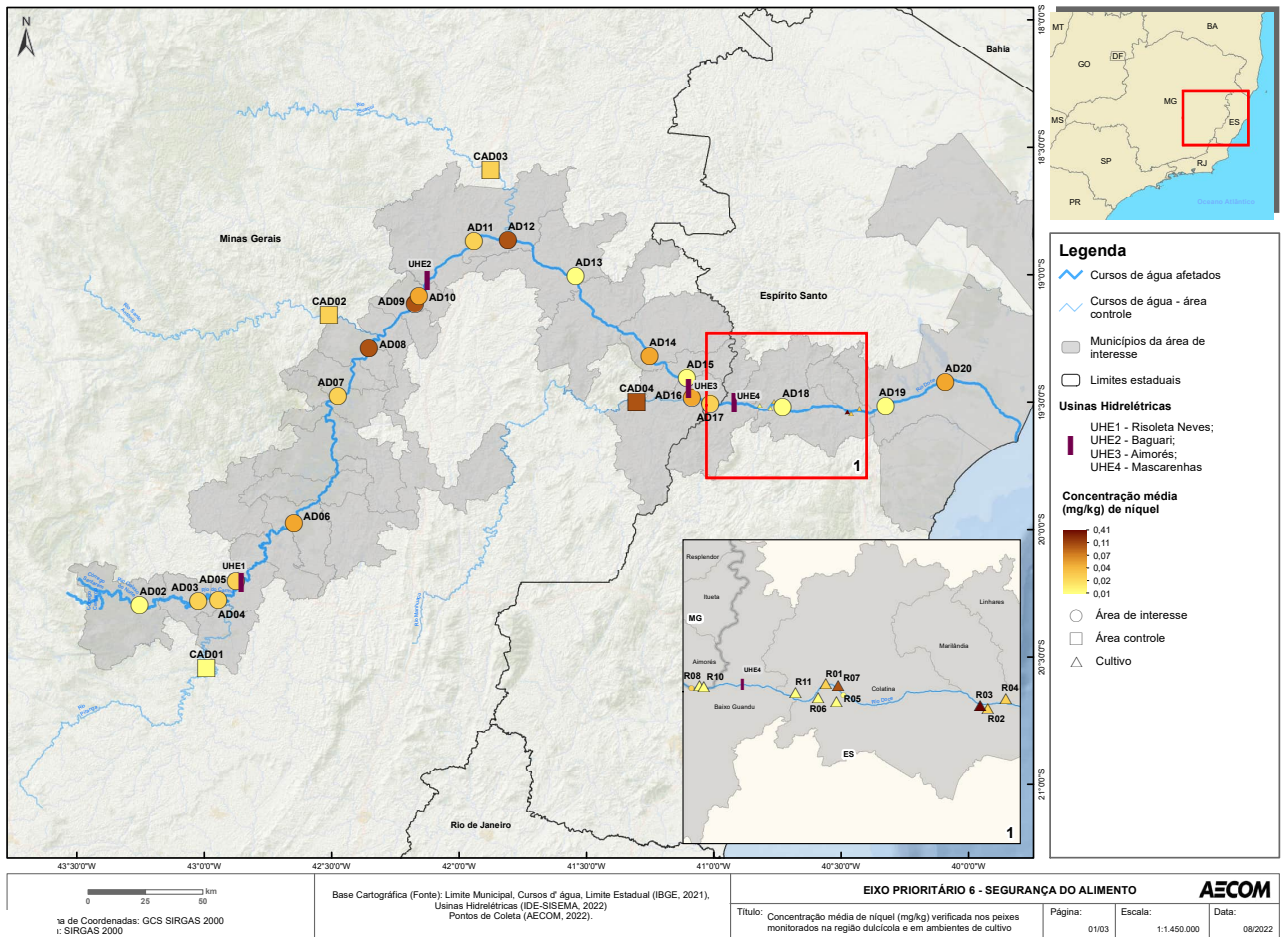


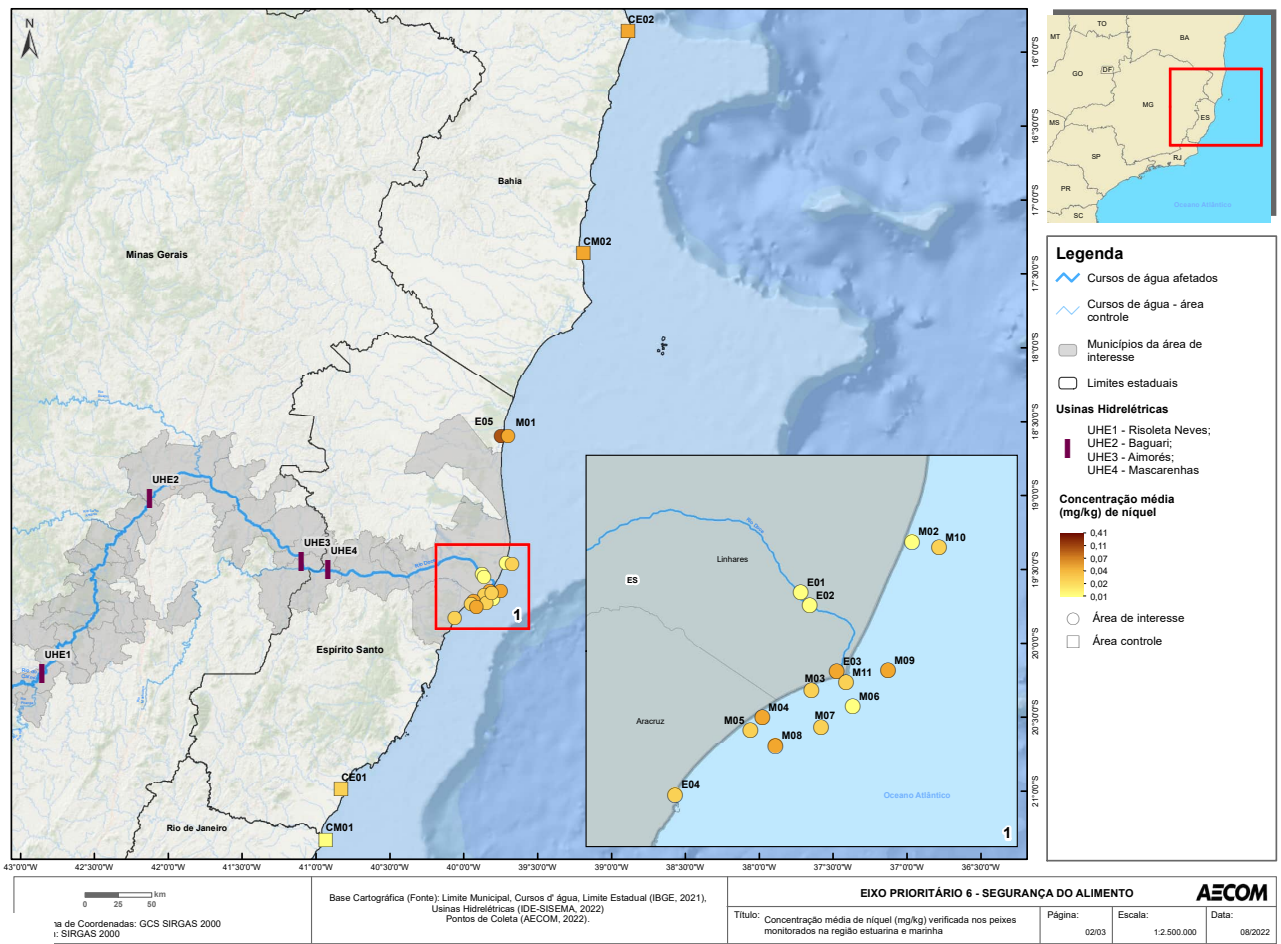


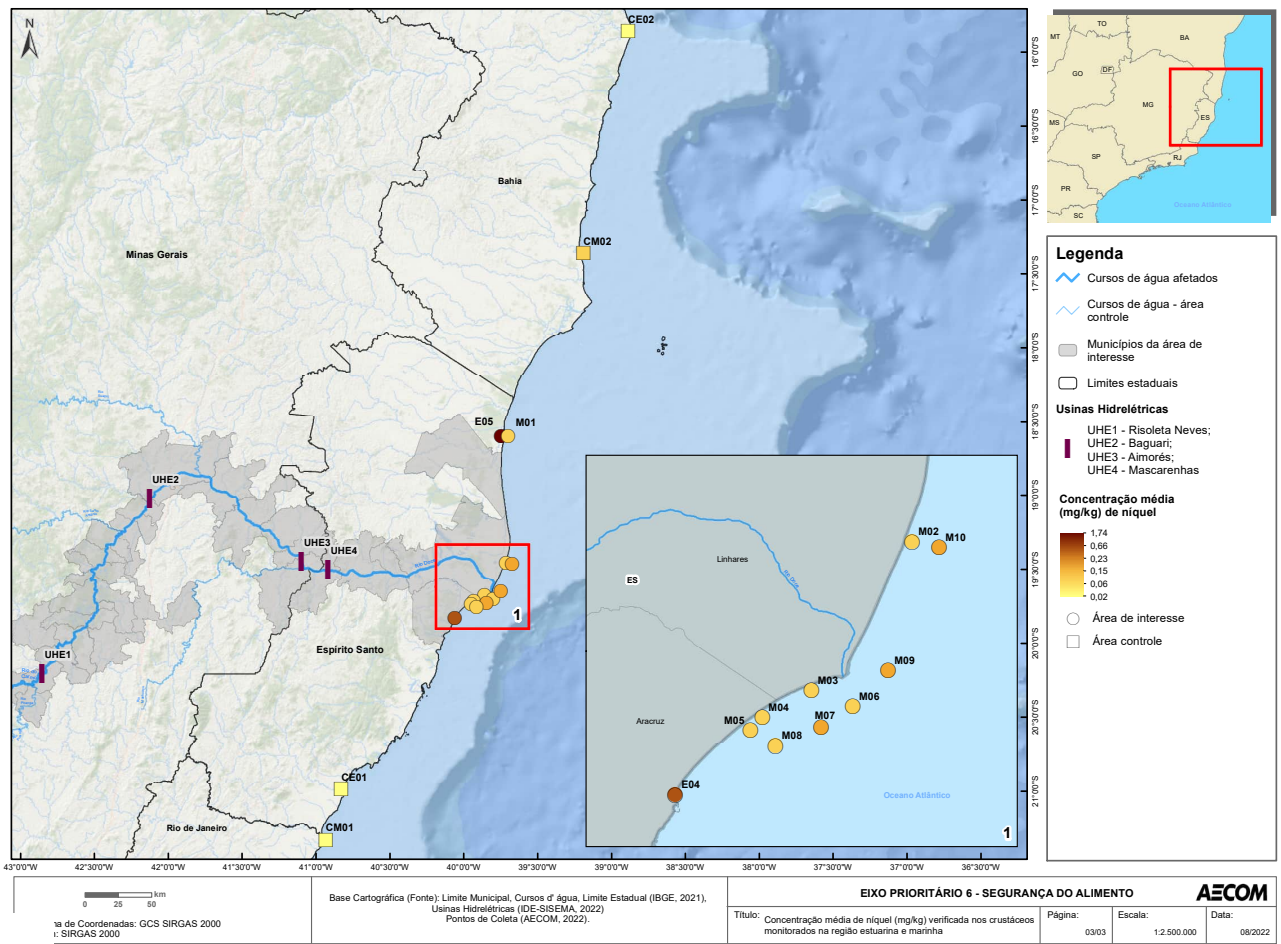


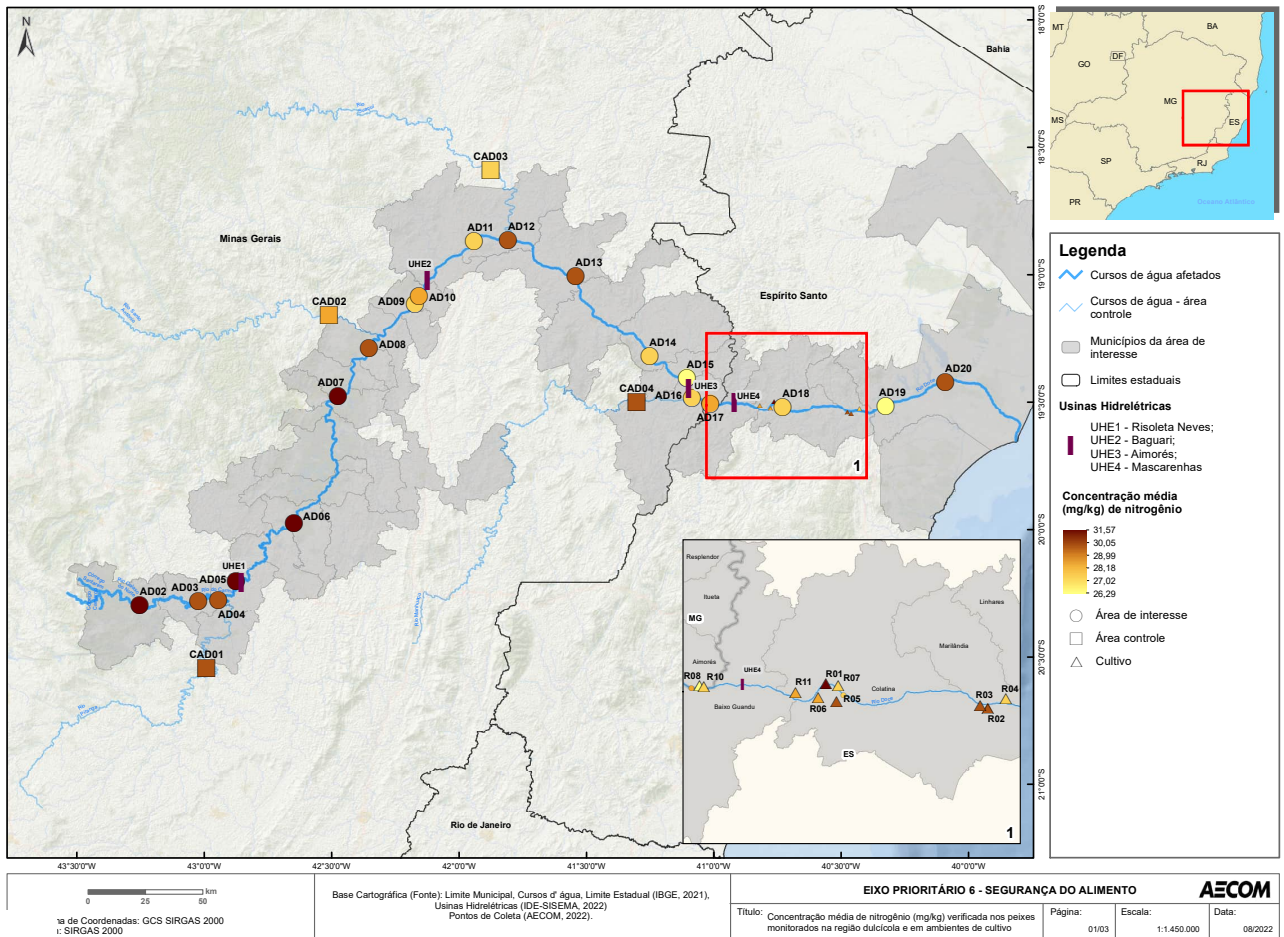


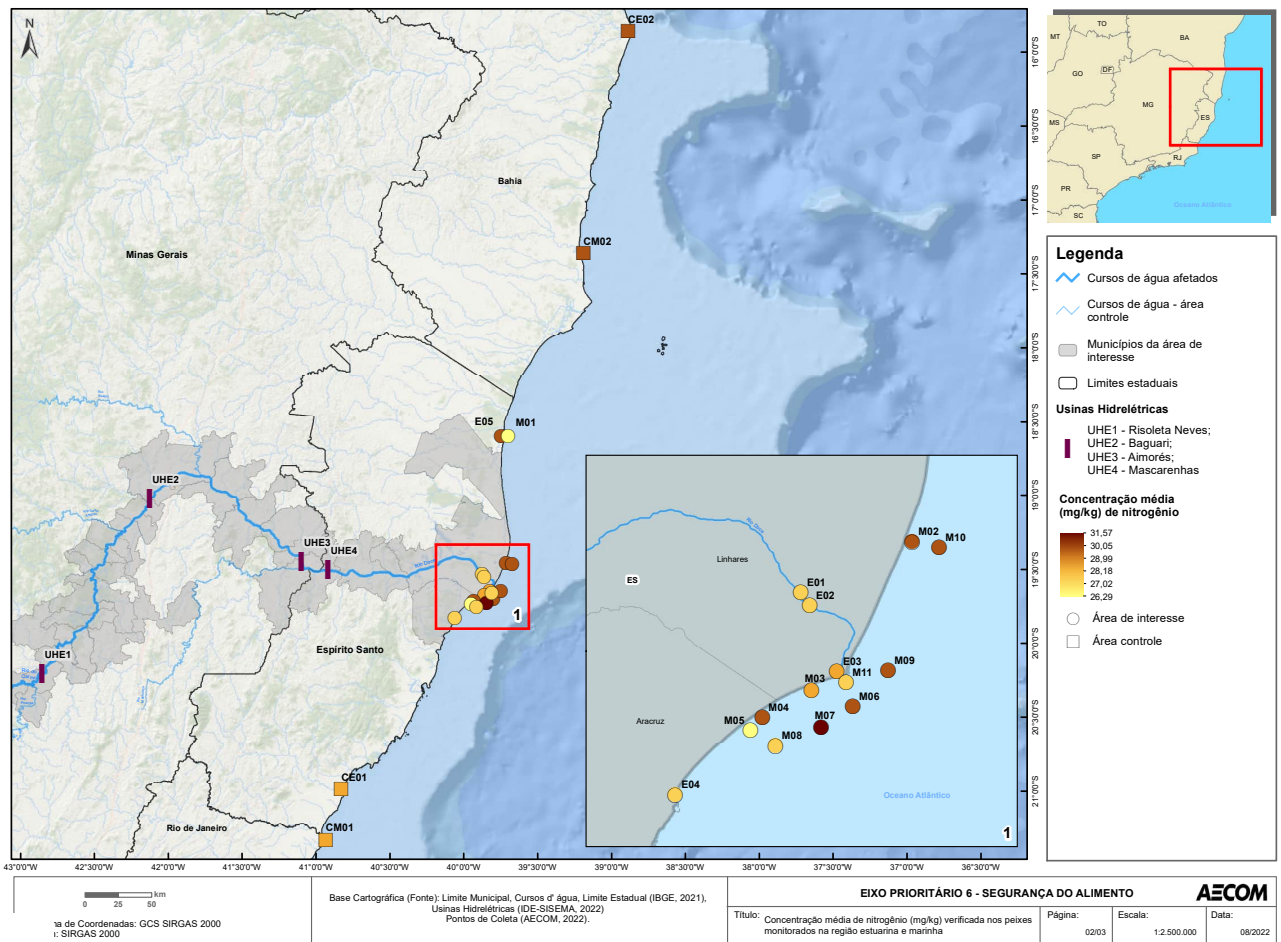


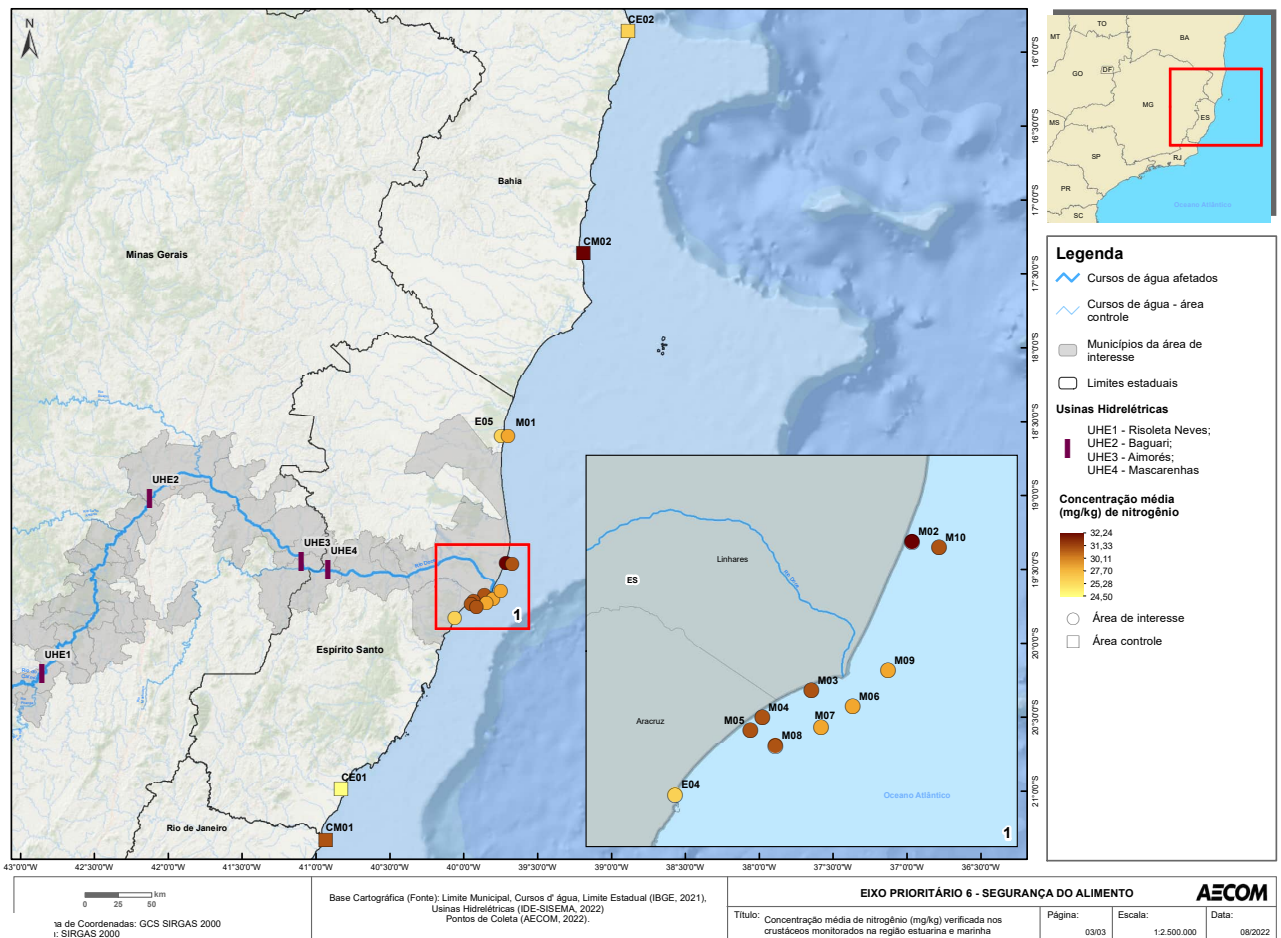


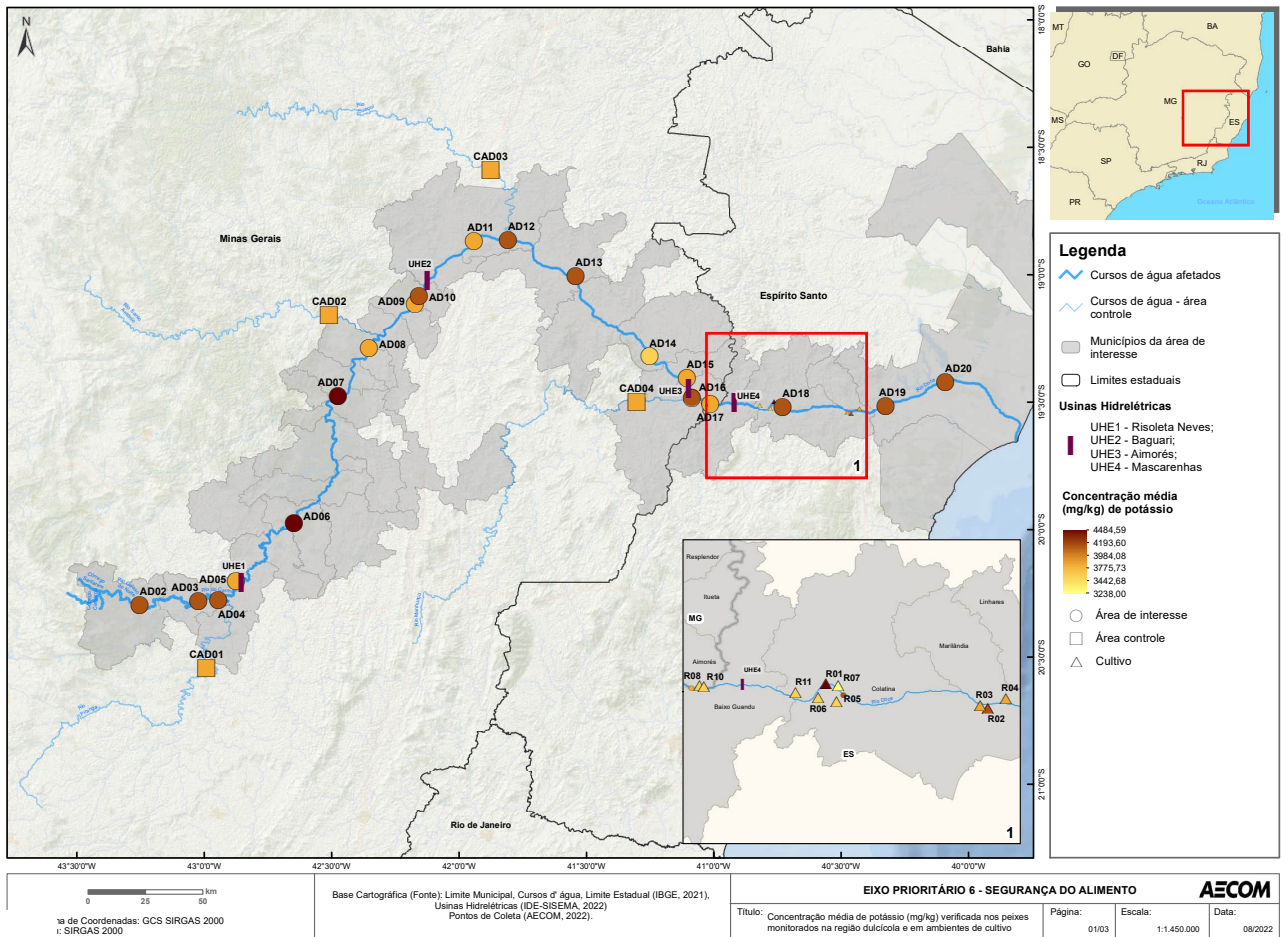


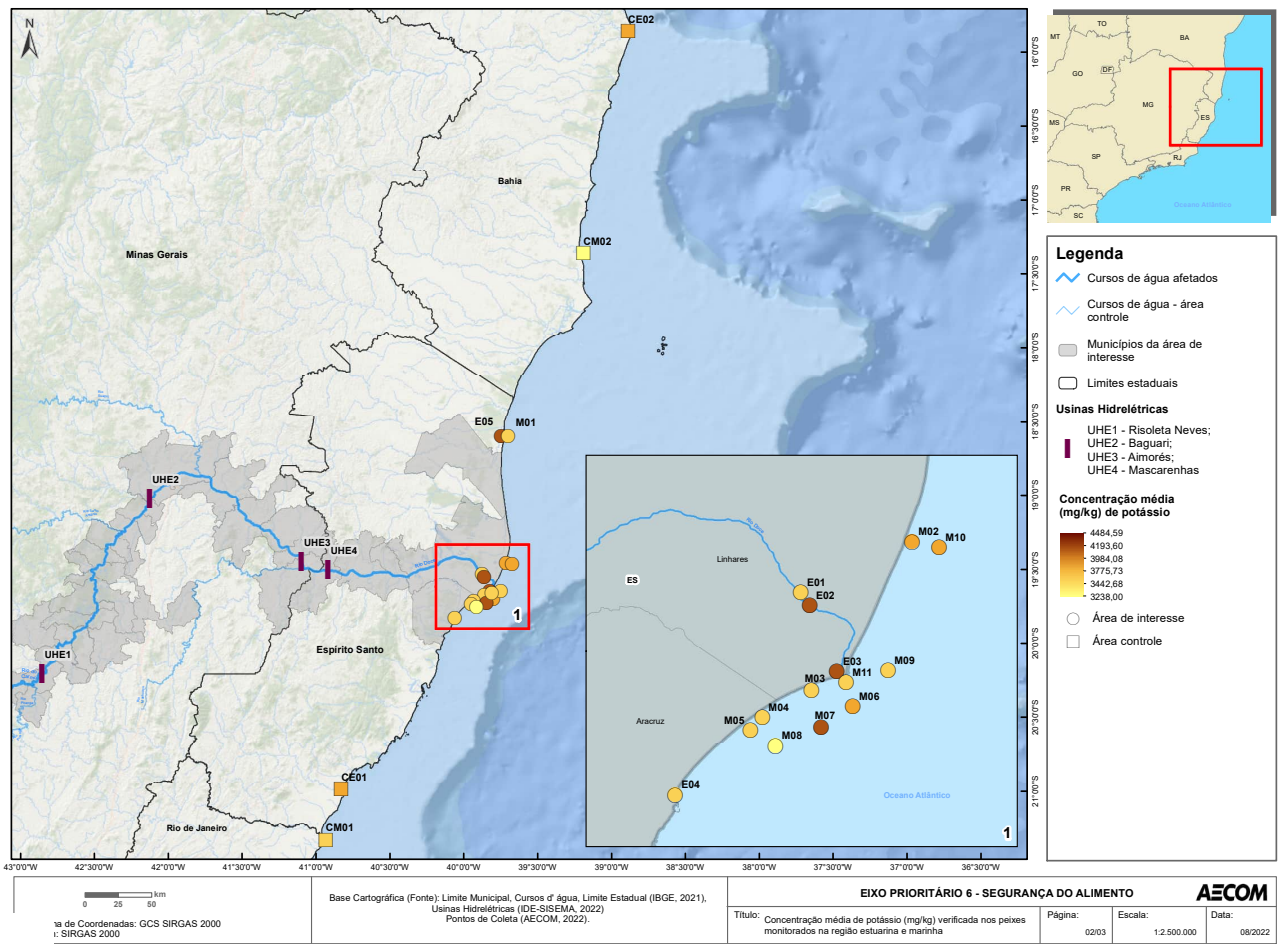


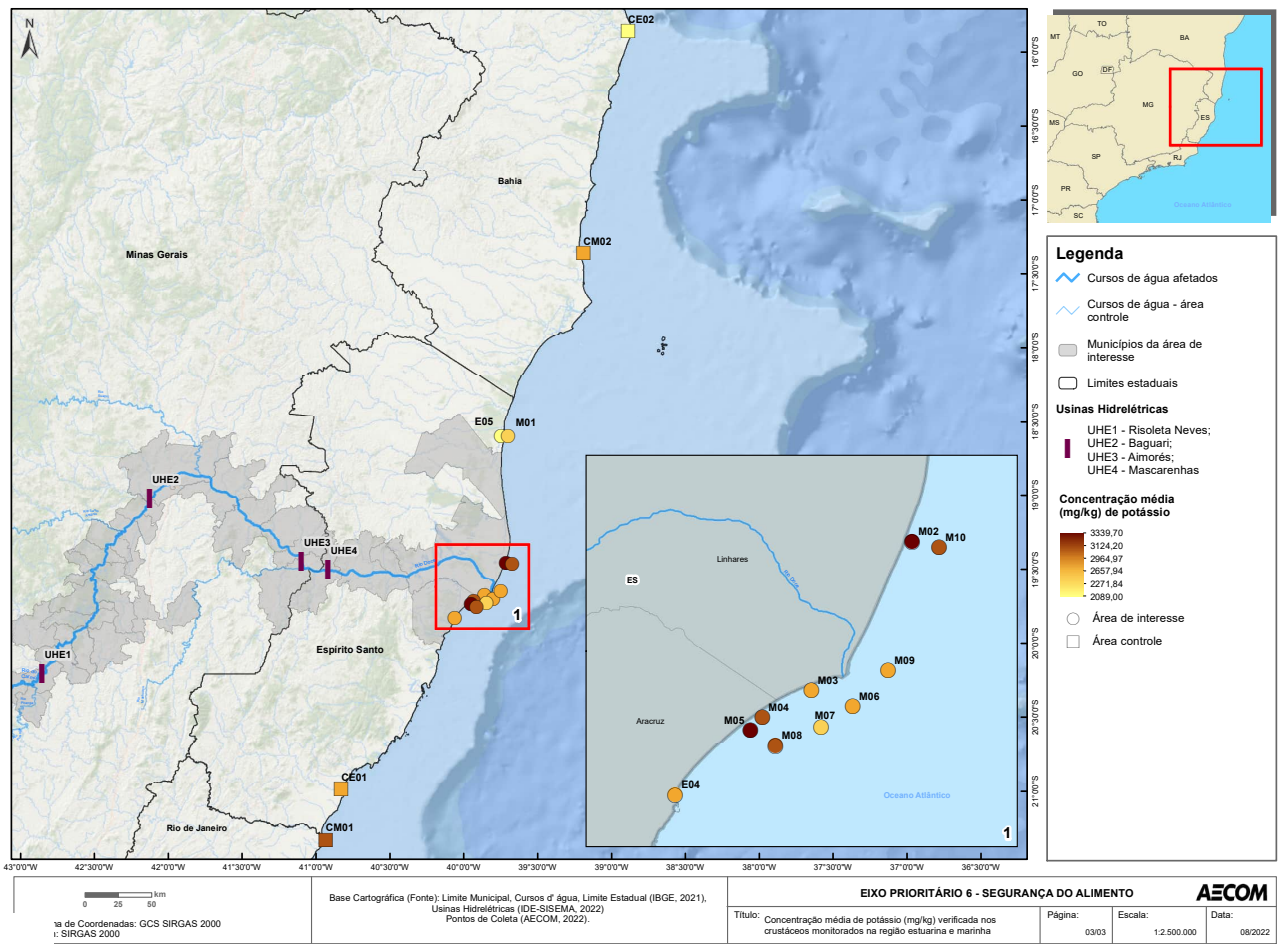


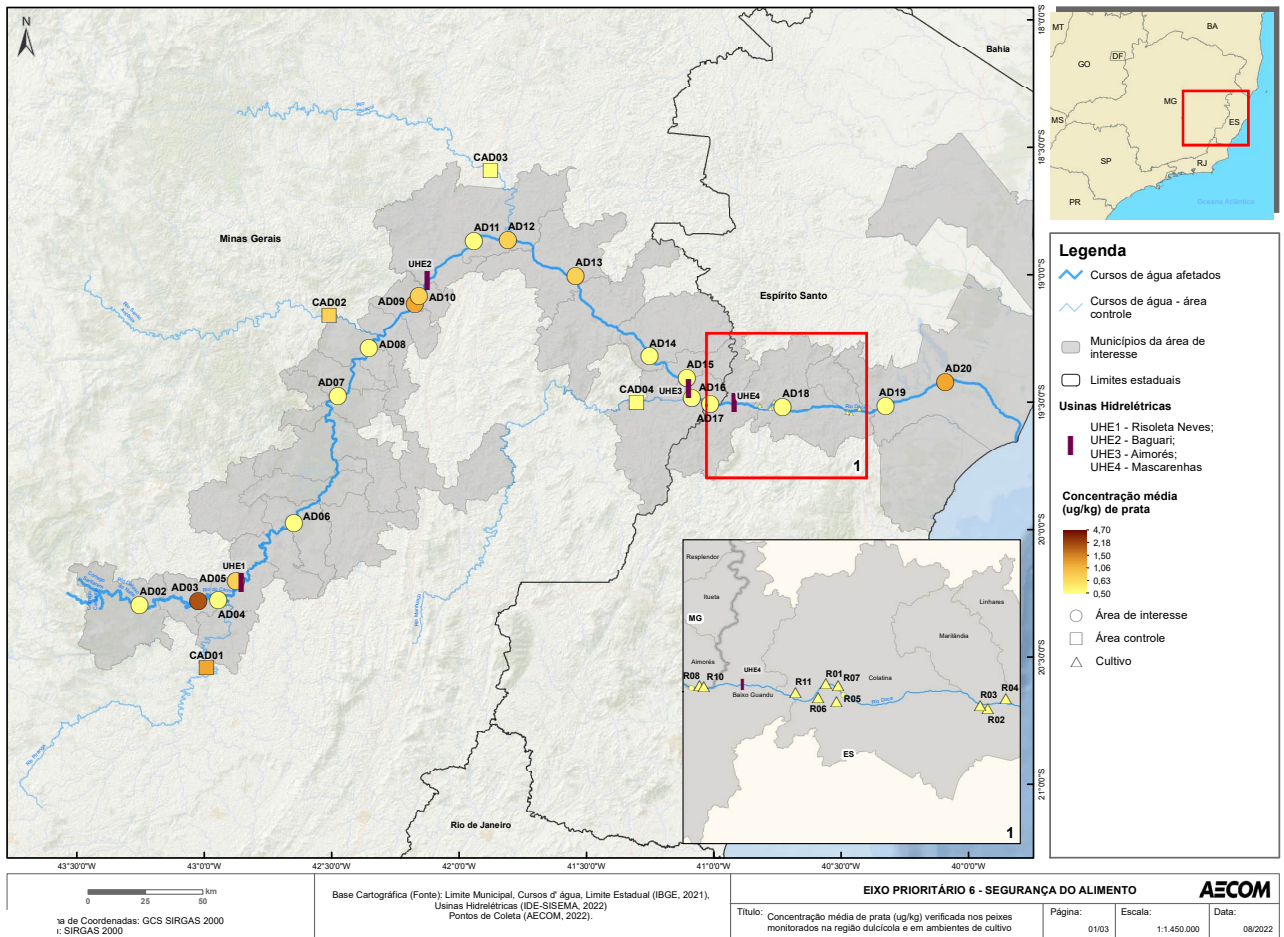


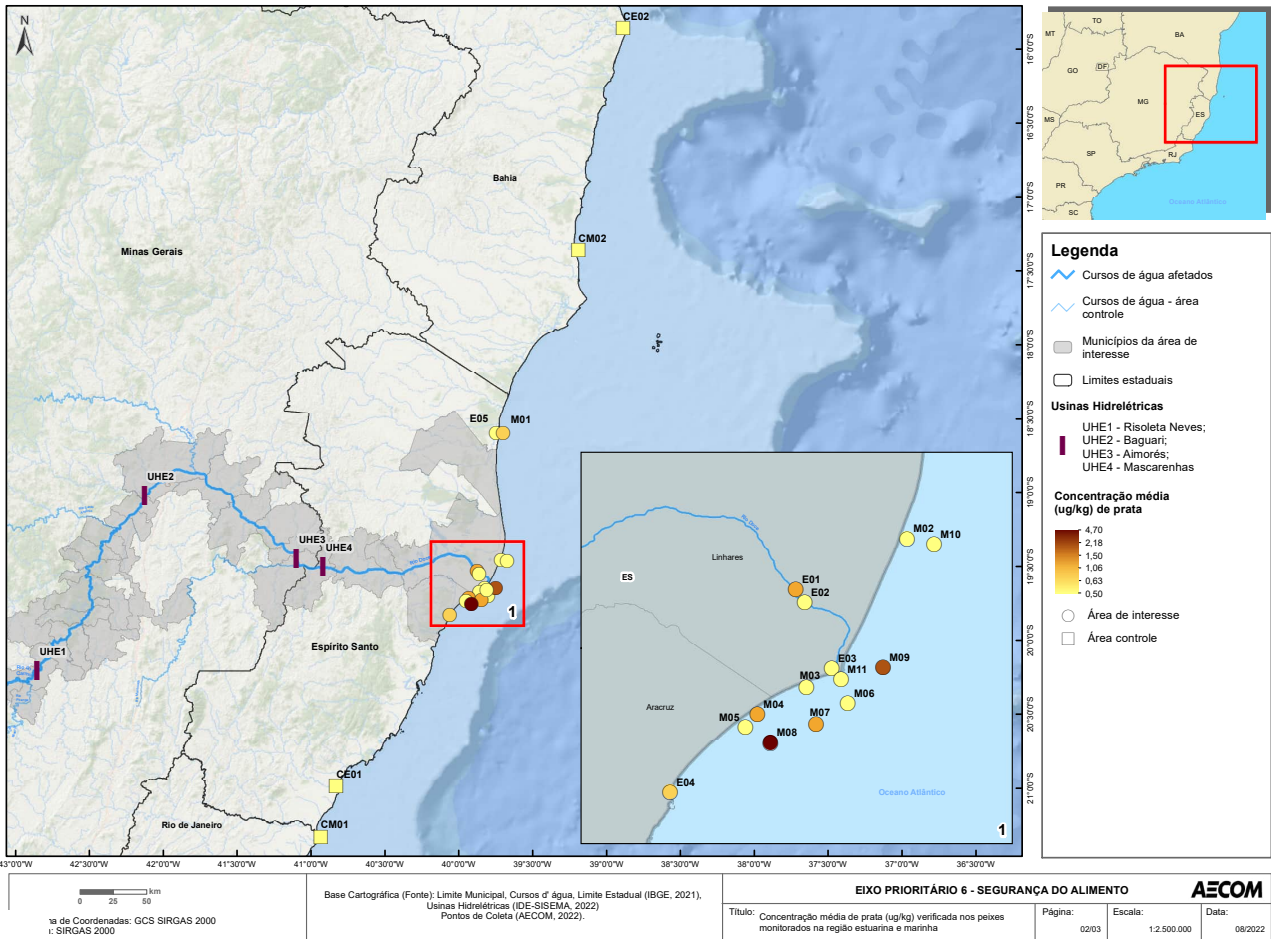


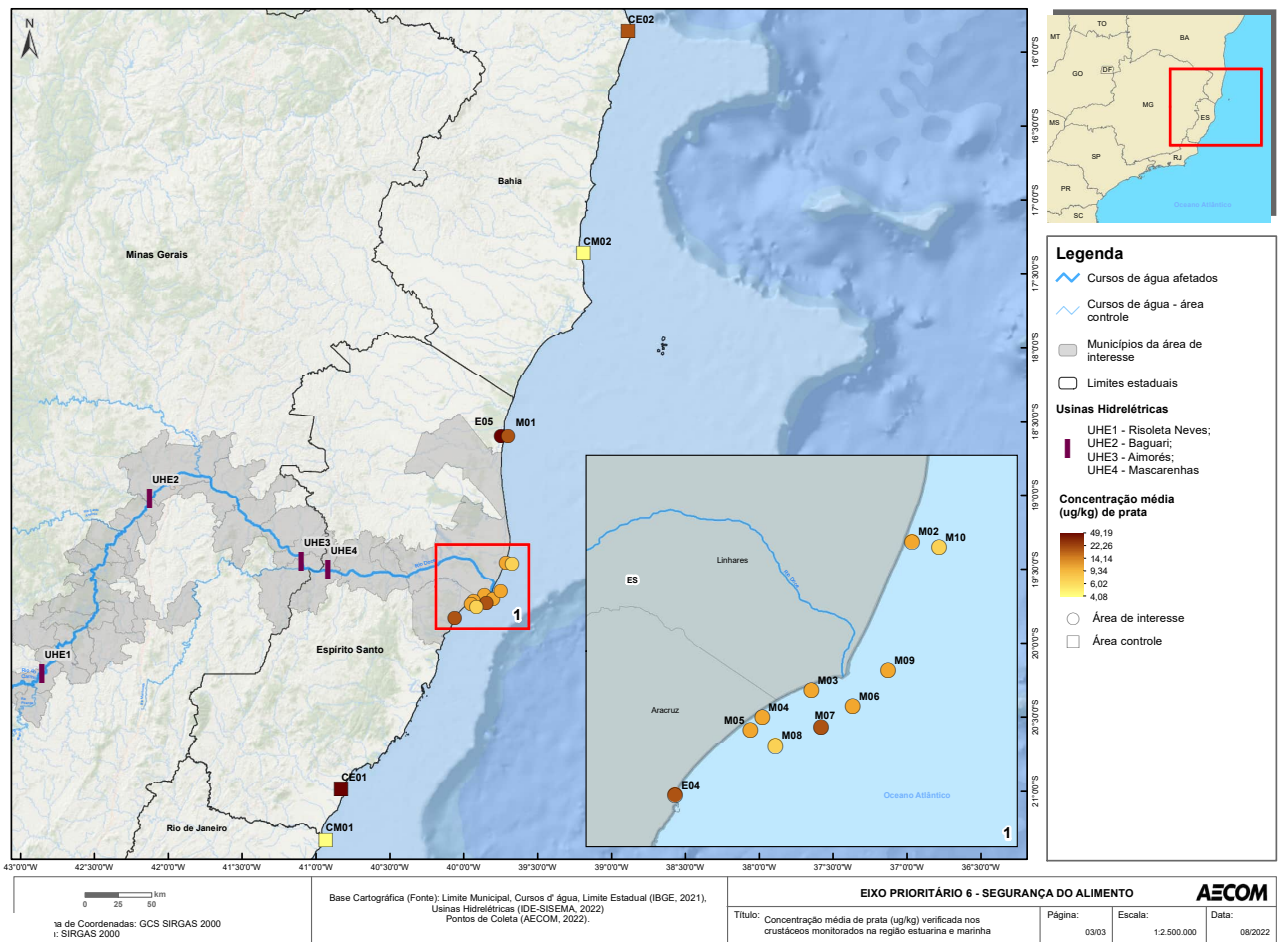


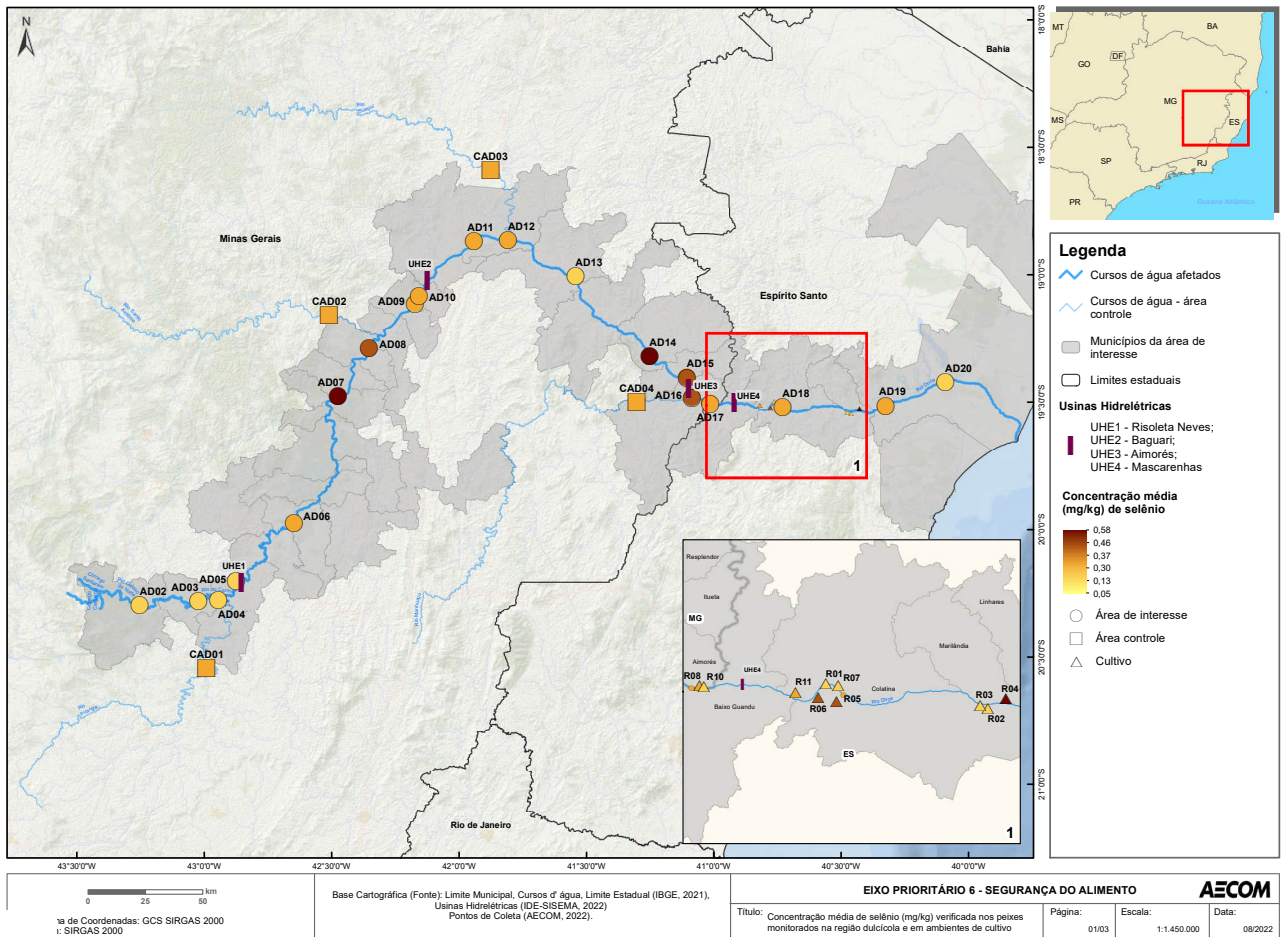


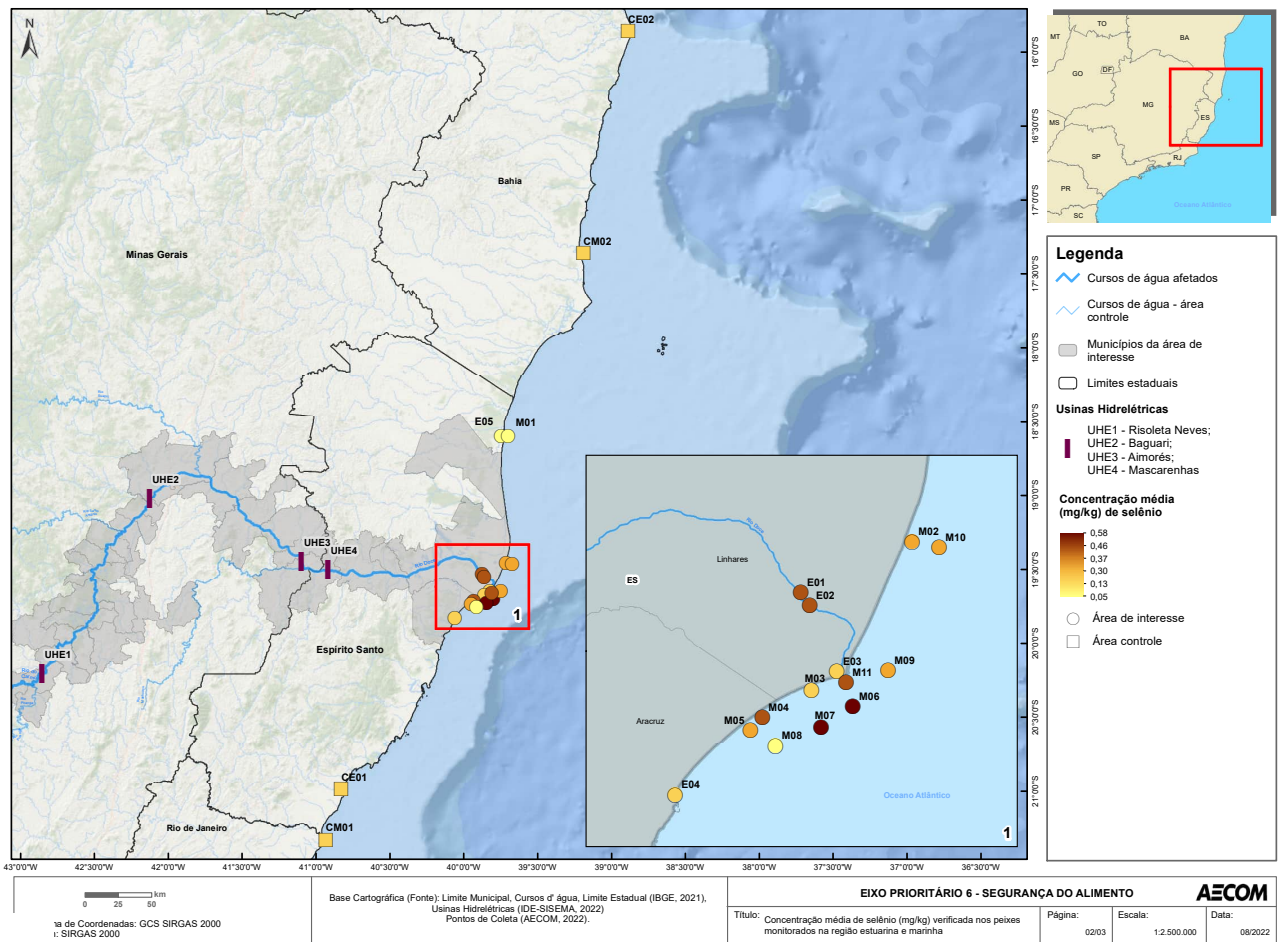


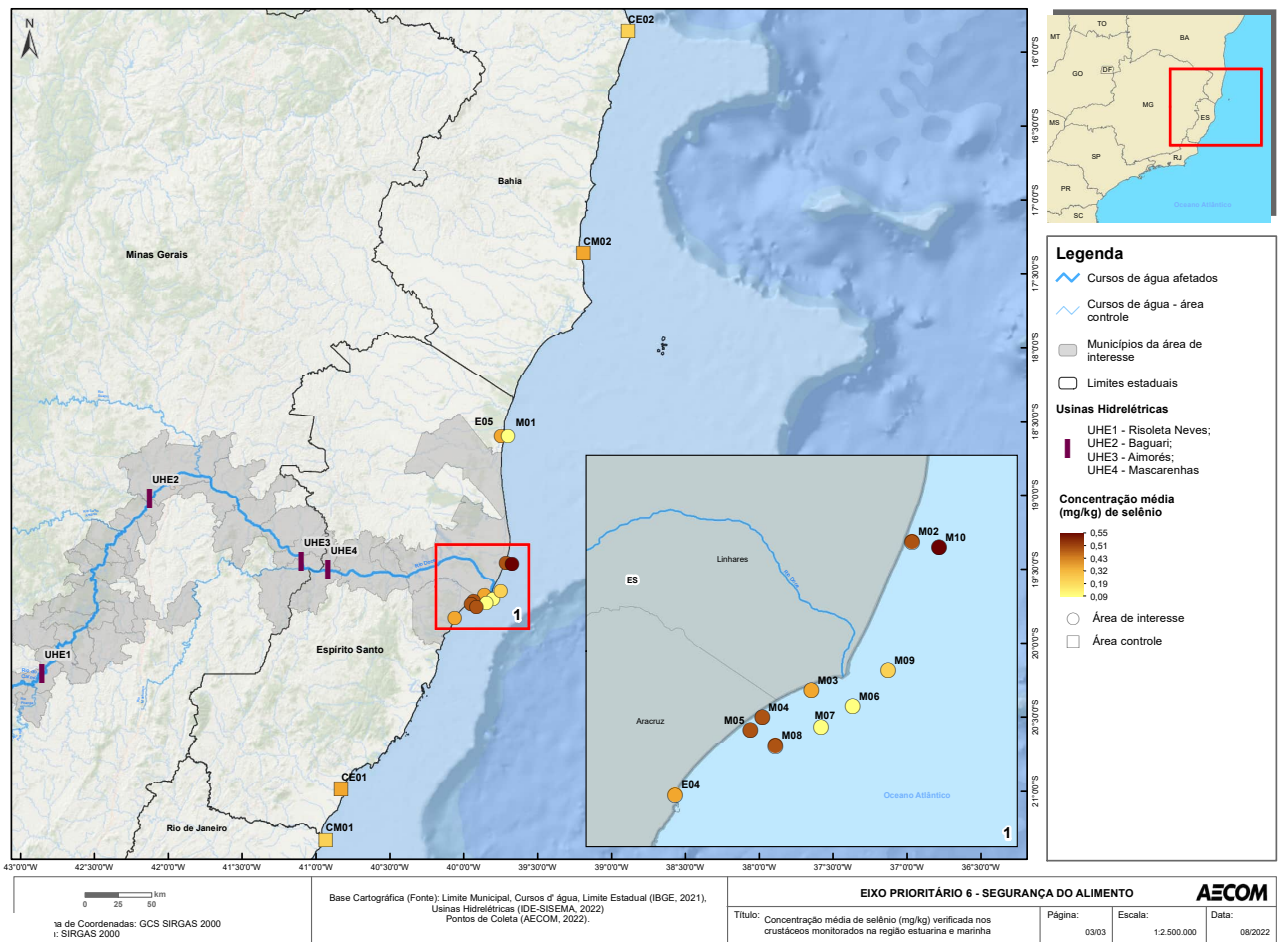


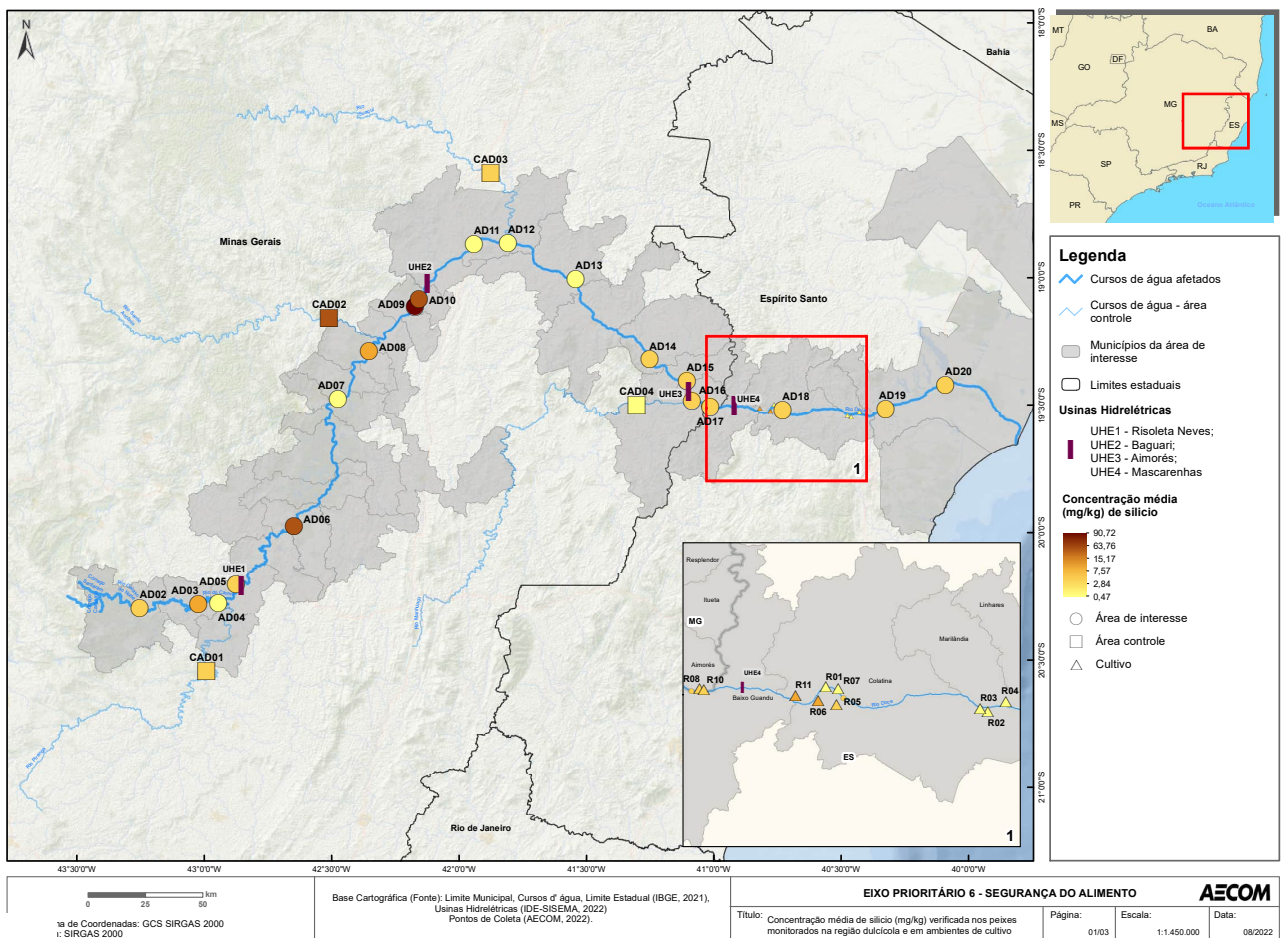










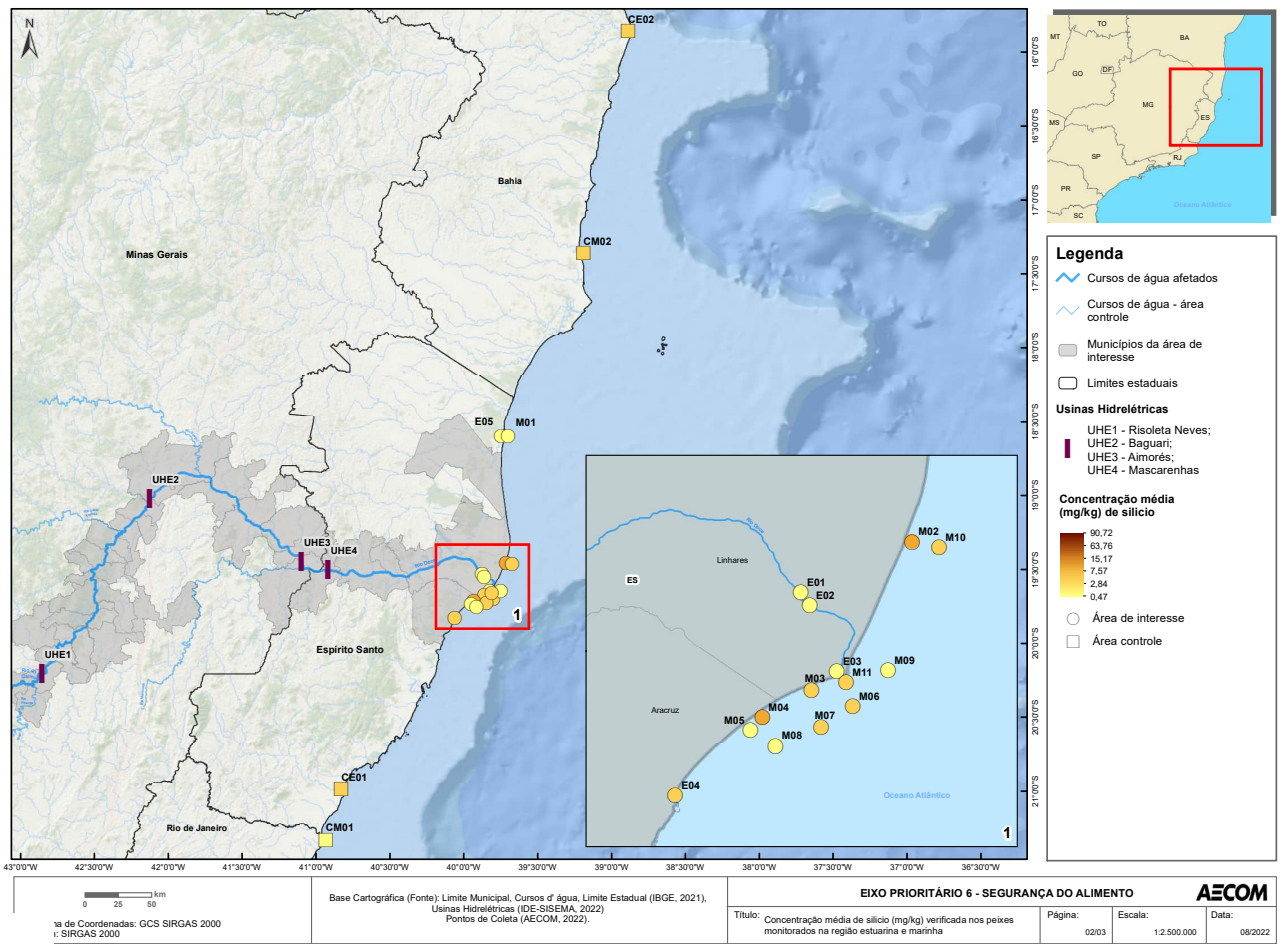


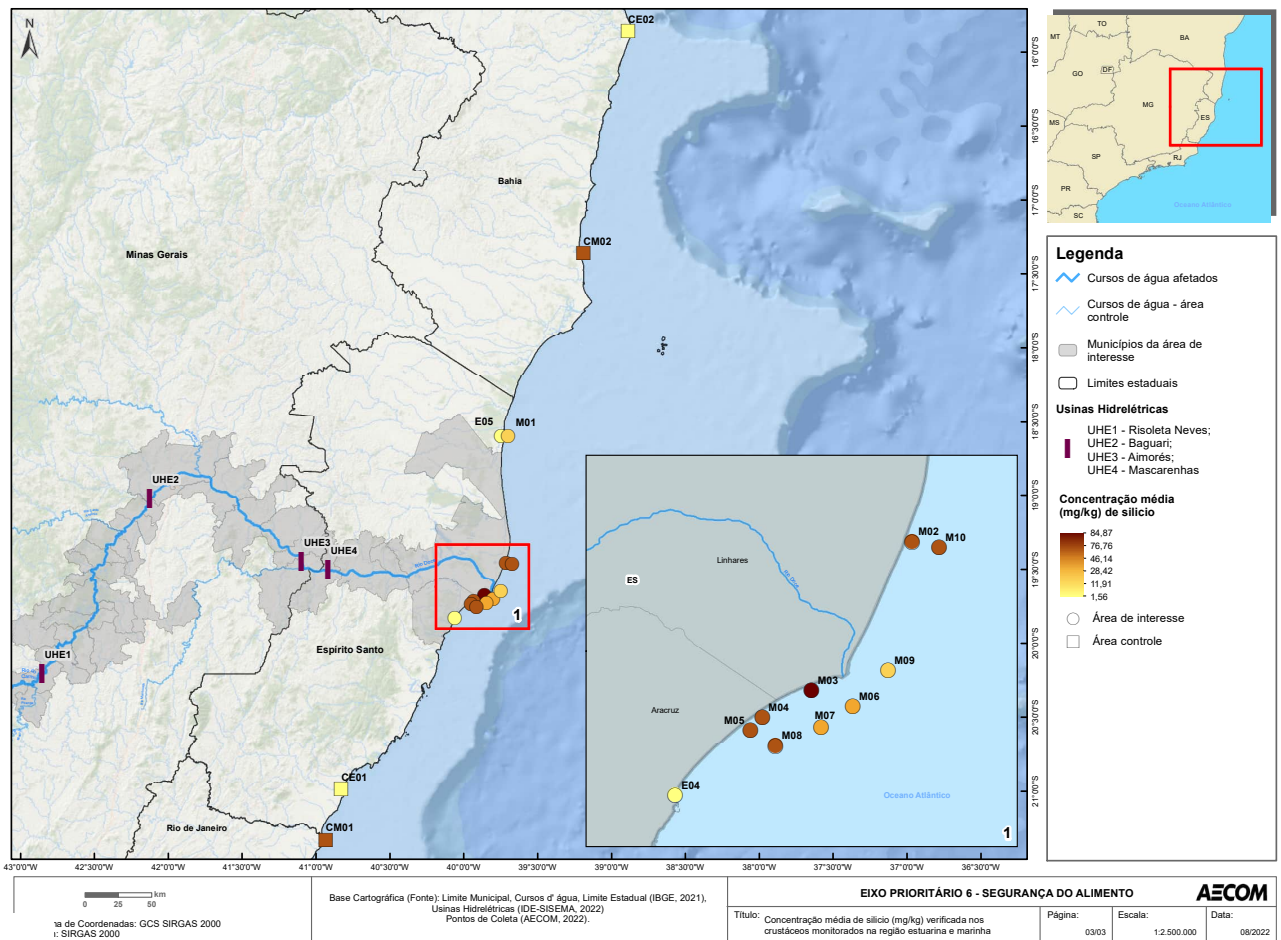
Base Cartográfica (Fonte): Limite Municipal, Cursos d' água, Limite Estadual (BGE, 2021), Usinas Hidrelétricas (IDE-SISEMA, 2022), Pontos de Coleta (AECOM, 2022).

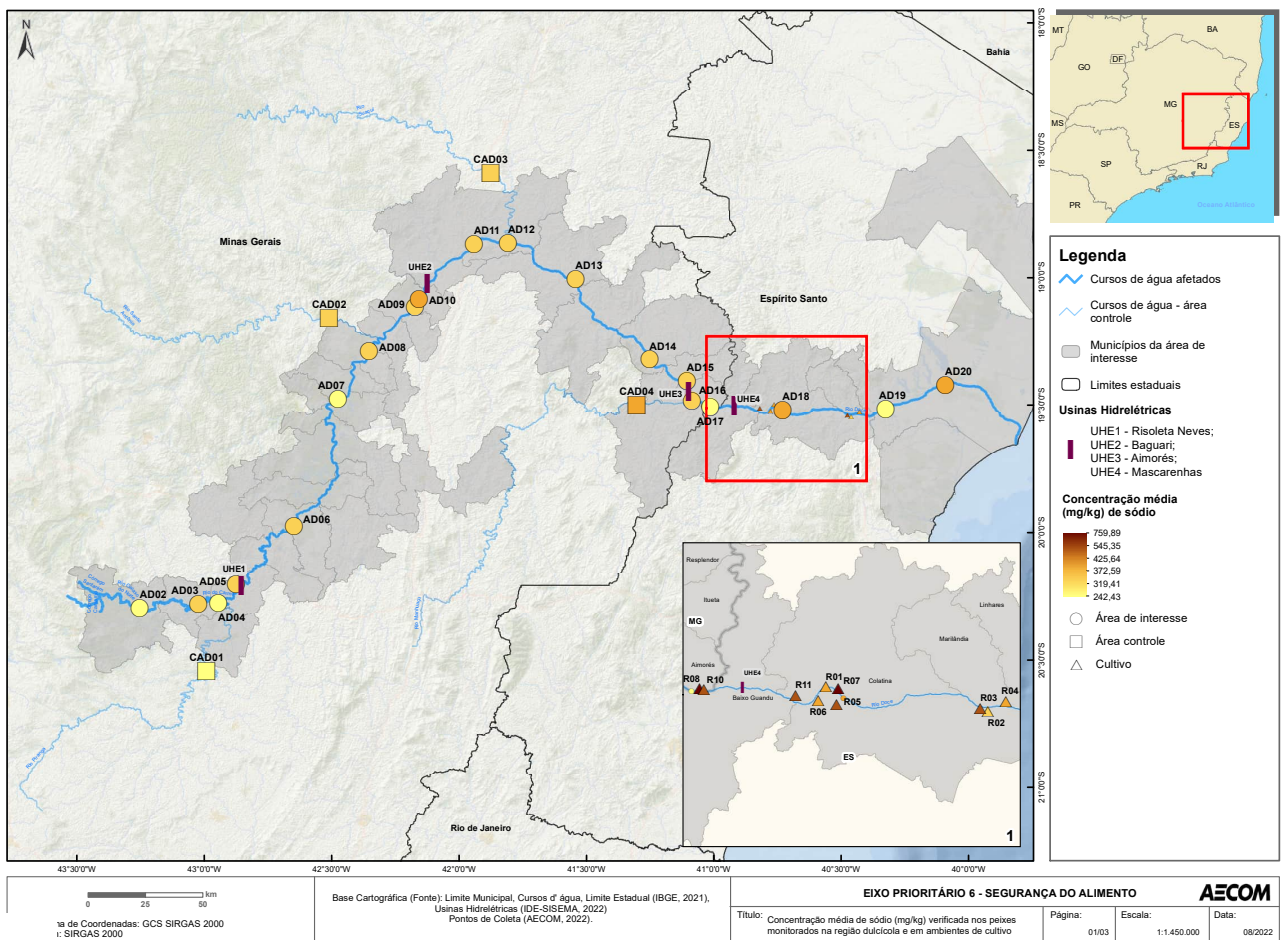
Base Cartográfica (Fonte): Limite Municipal, Cursos d' água, Limite Estadual (BGE, 2021), Usinas Hidrelétricas (IDE-SISEMA, 2022), Pontos de Coleta (AECOM, 2022).

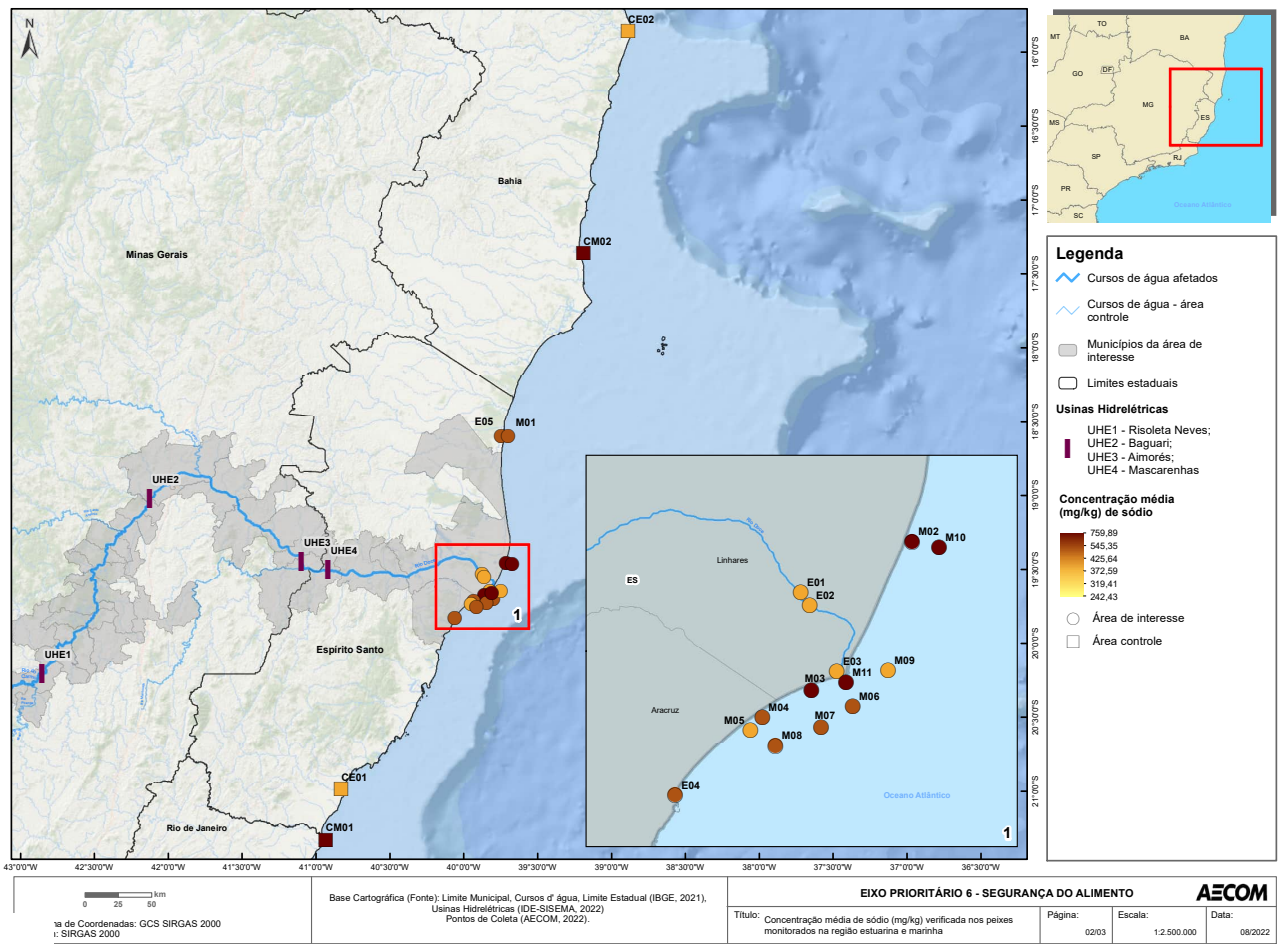
EIXO PRIORITÁRIO 6 - SEGURANÇA DO ALIMENTO **AECOM**
 Título: Concentração média de silício (mg/kg) verificada nos peixes monitorados na região dulcícola e em ambientes de cultivo
 Página: 01/03 | Escala: 1:1.450.000 | Data: 08/2022

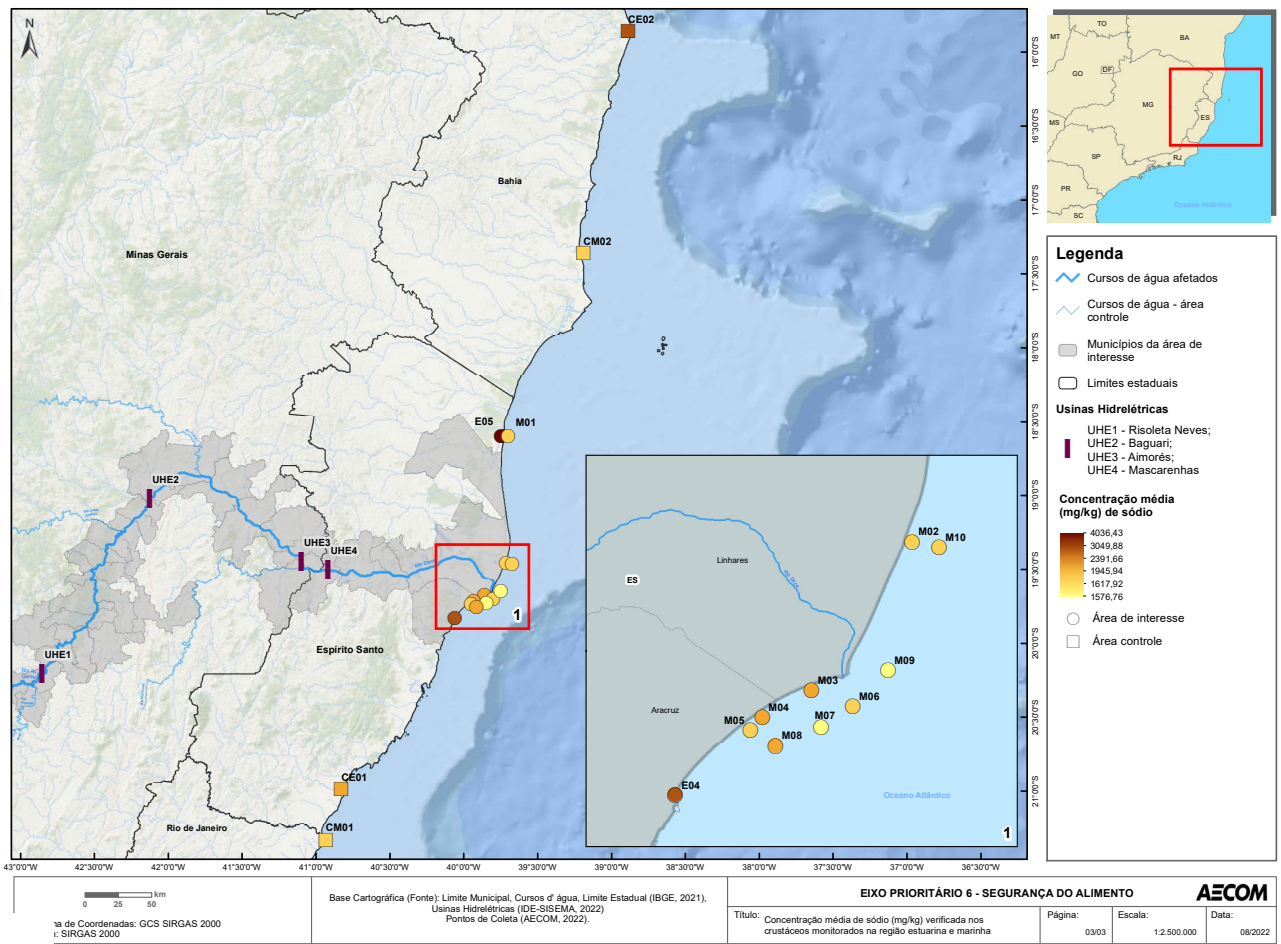


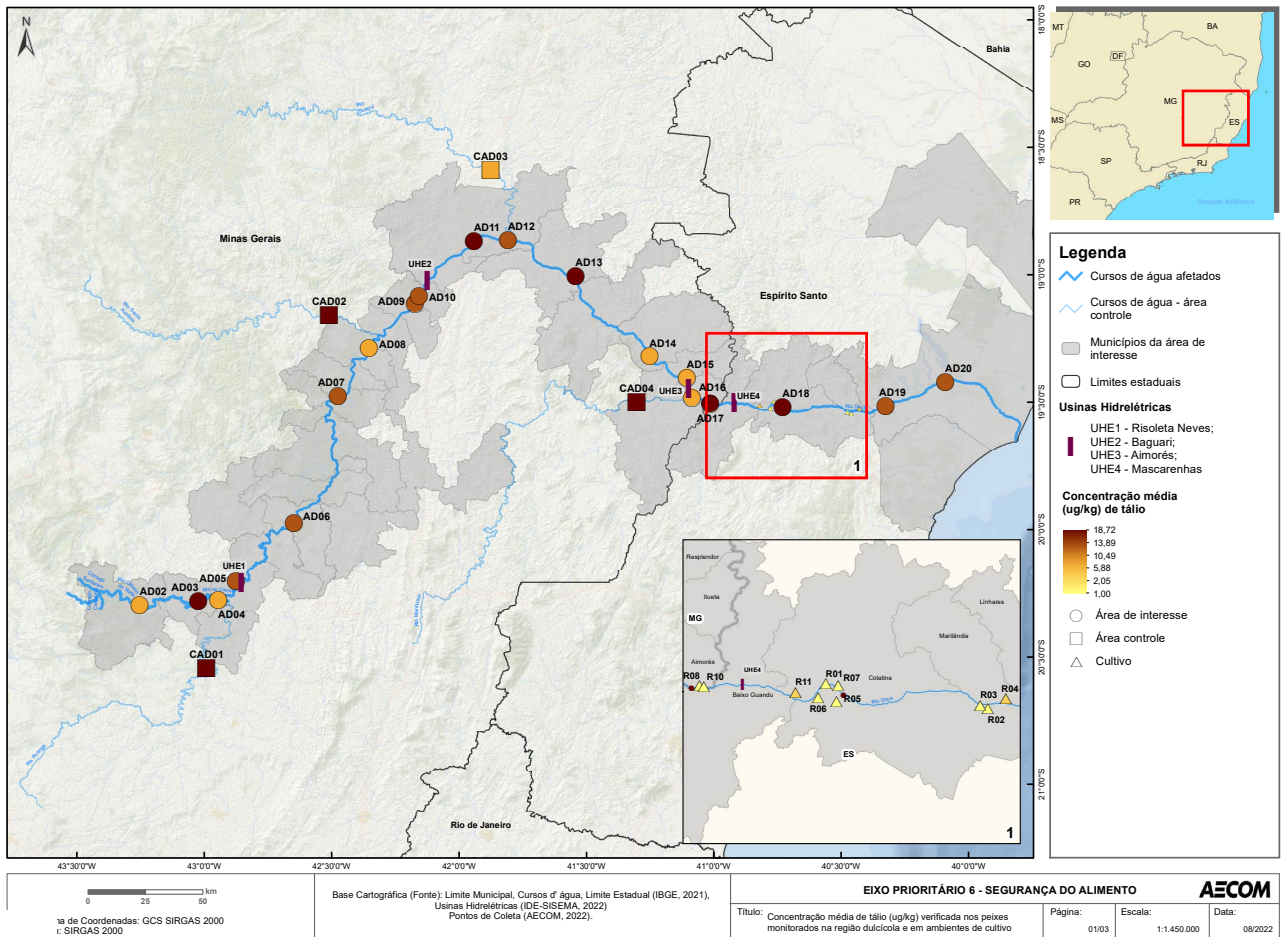


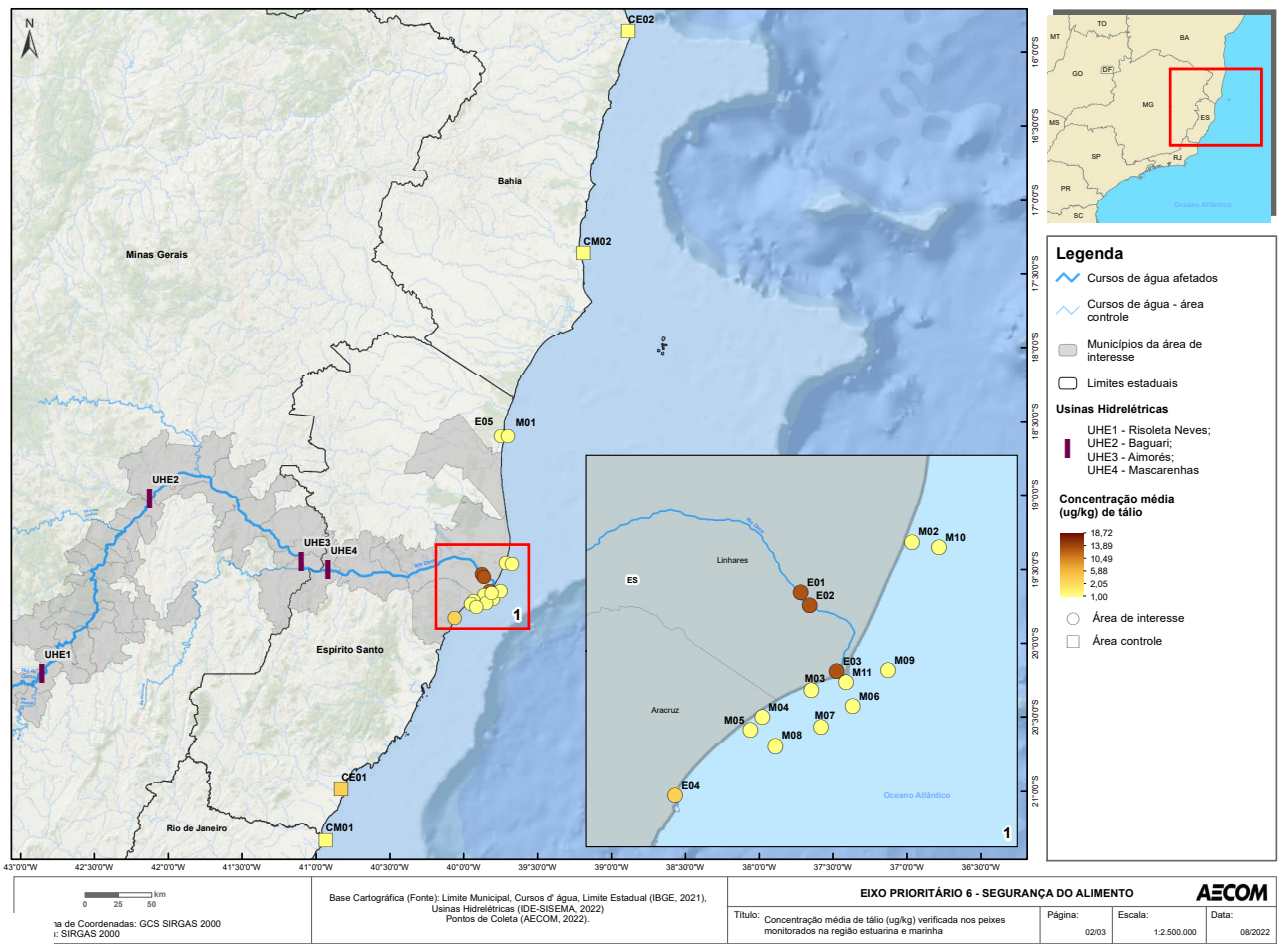


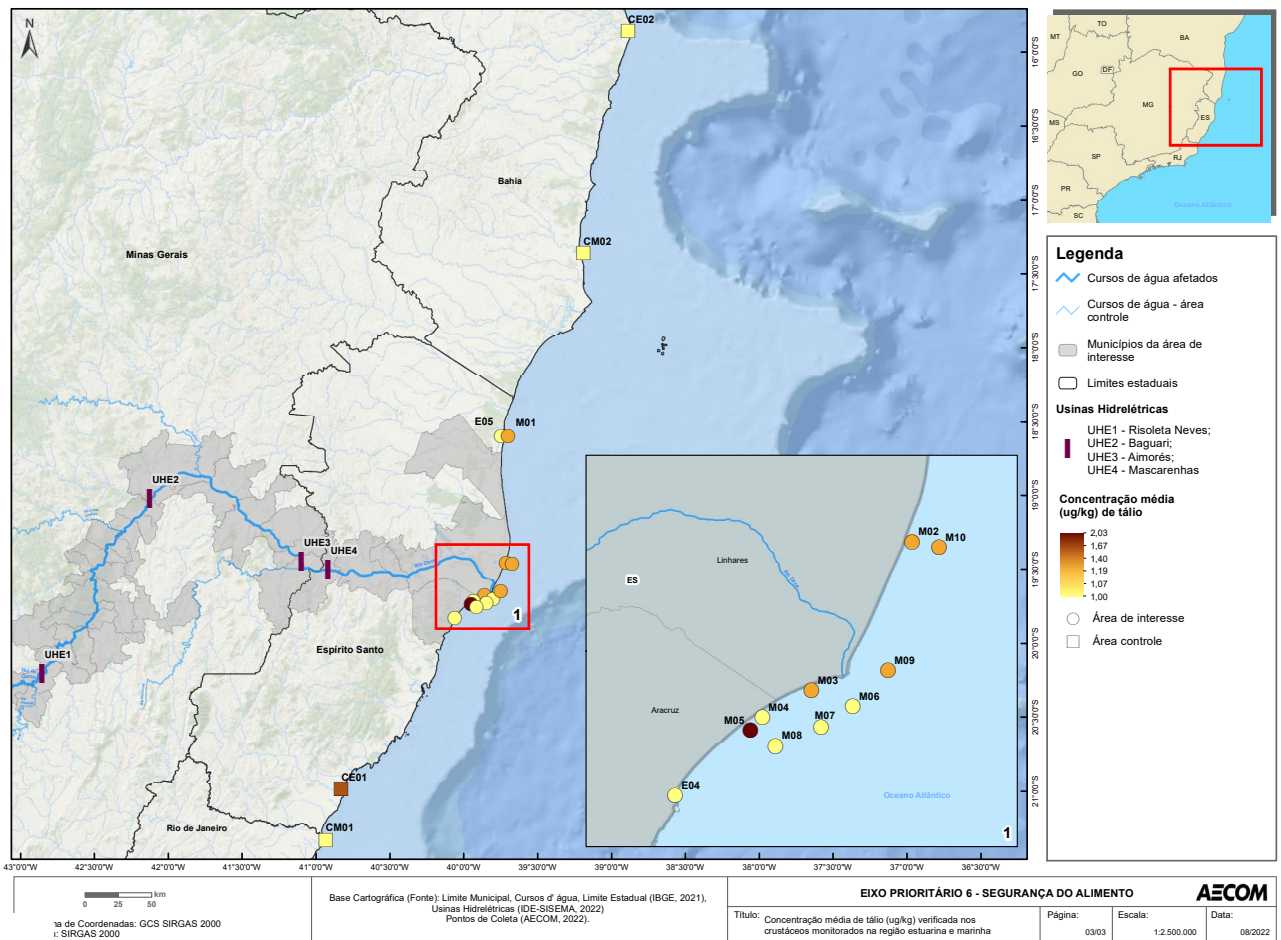


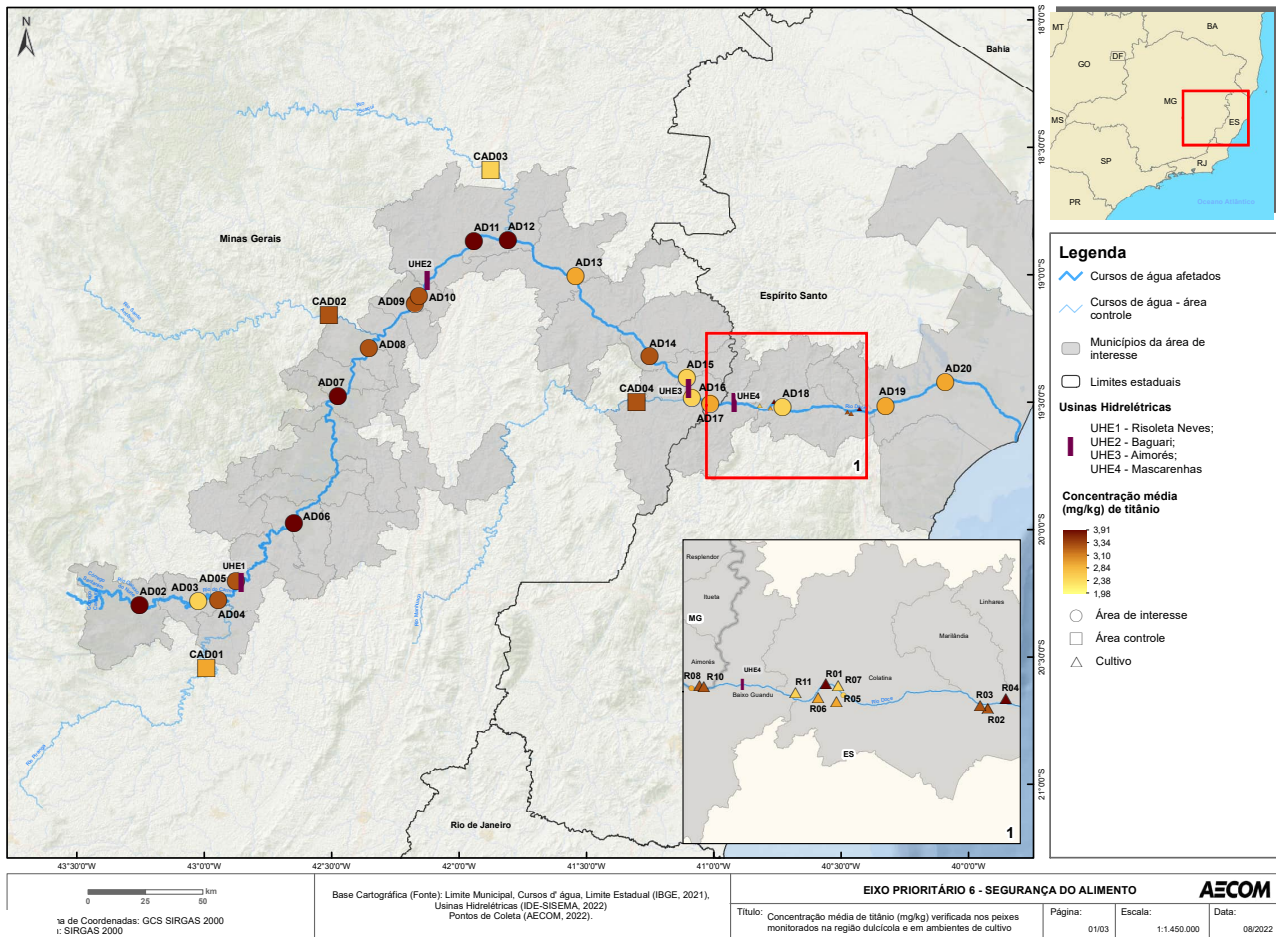


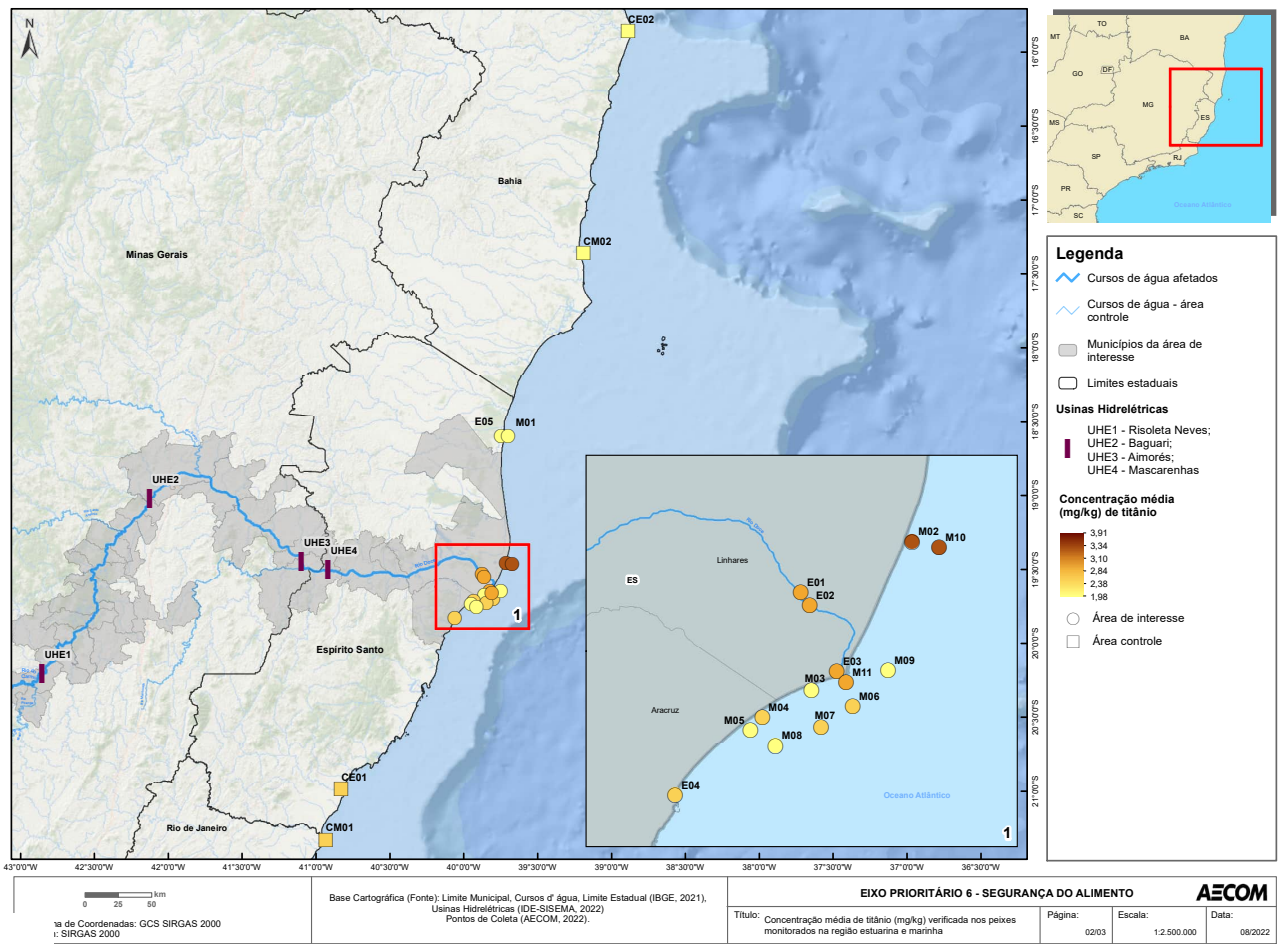


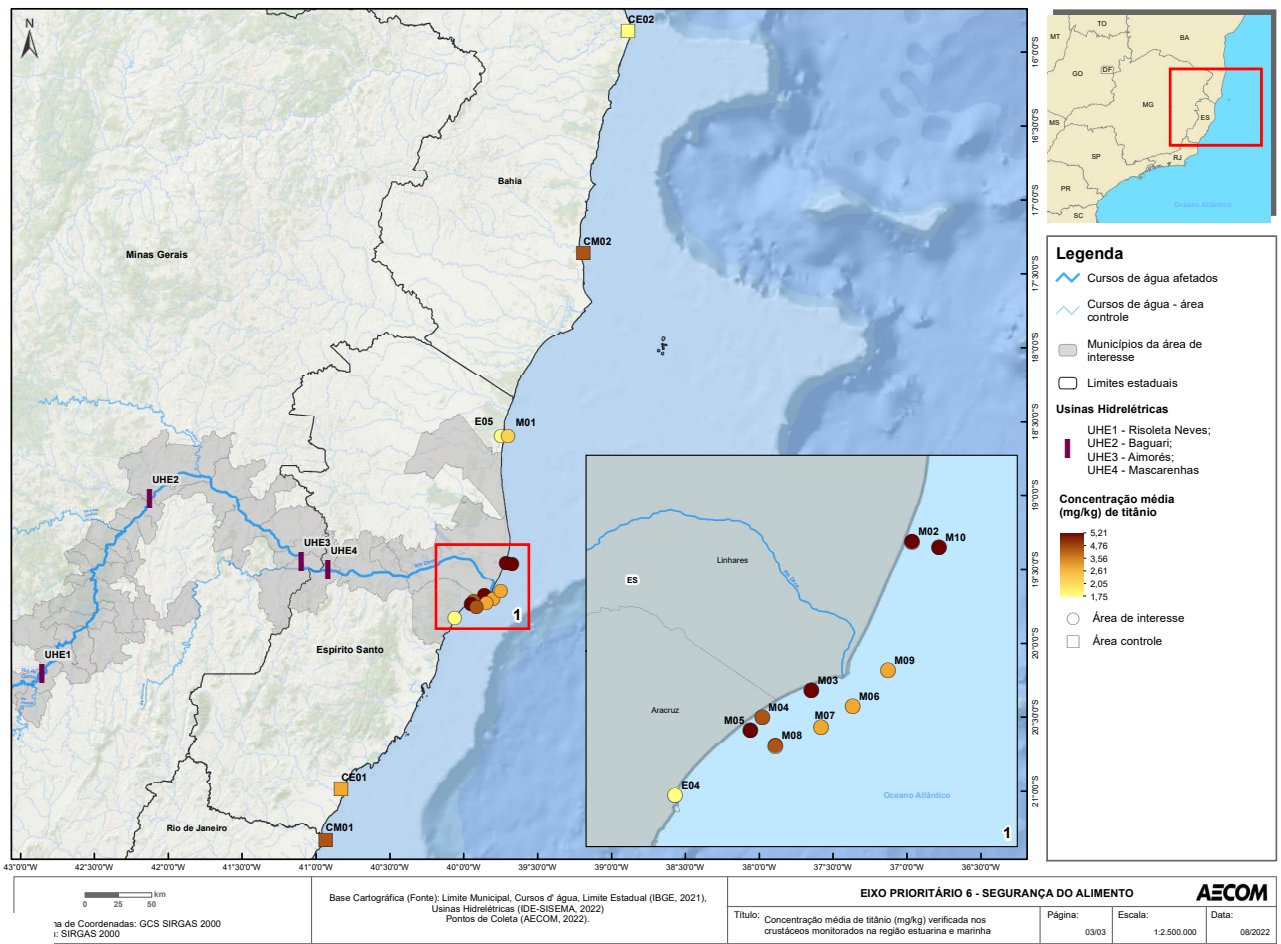


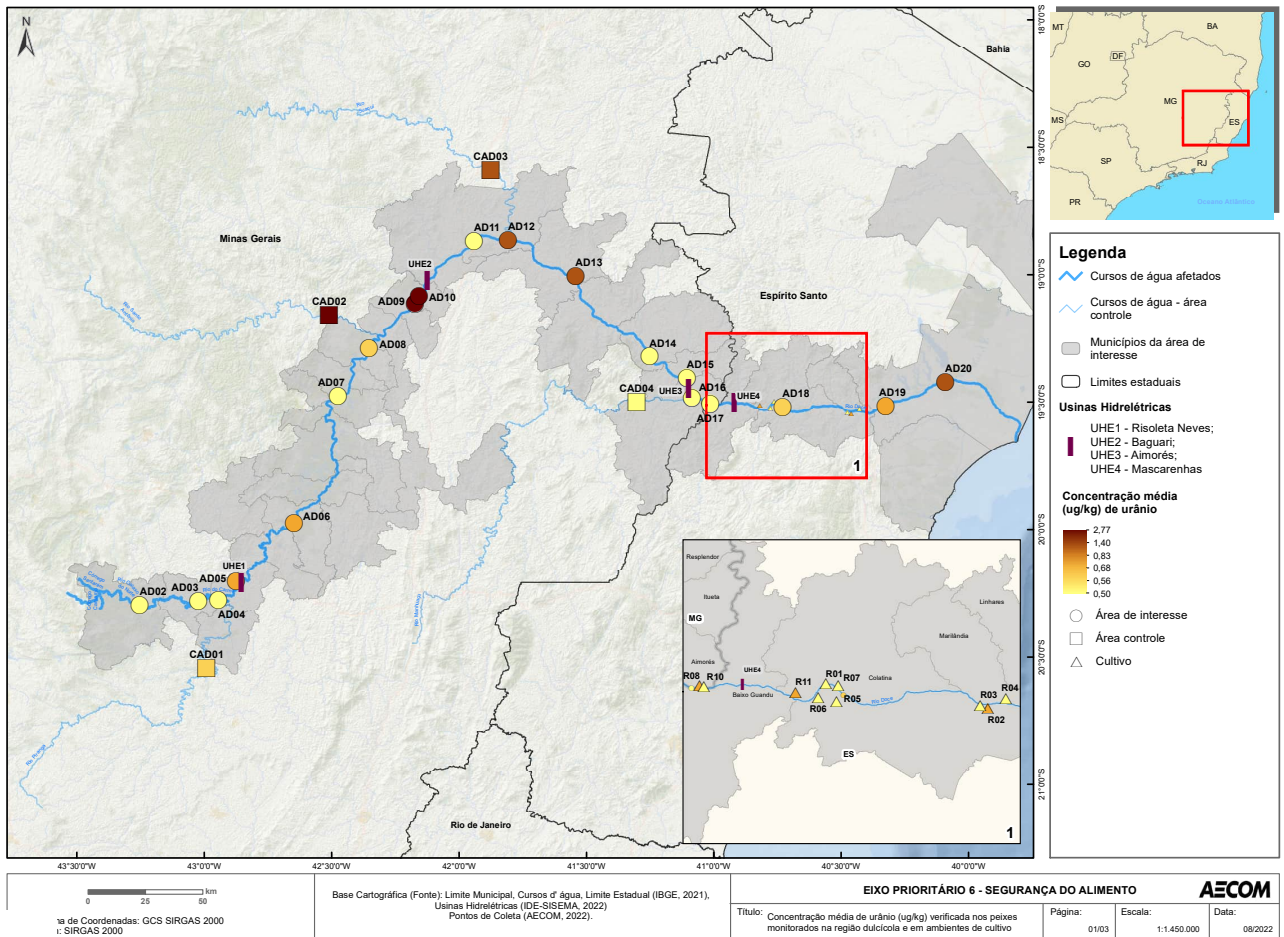


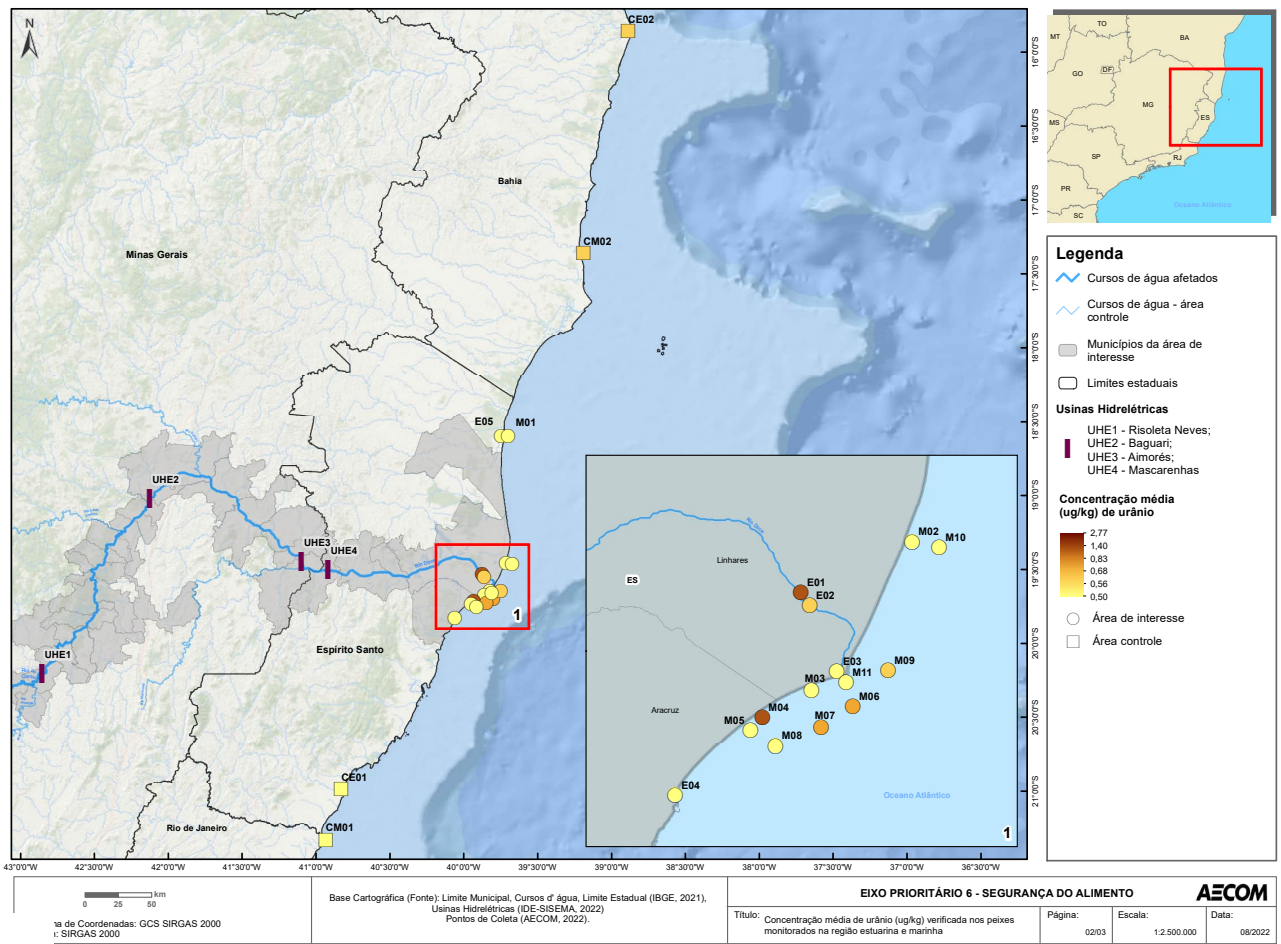


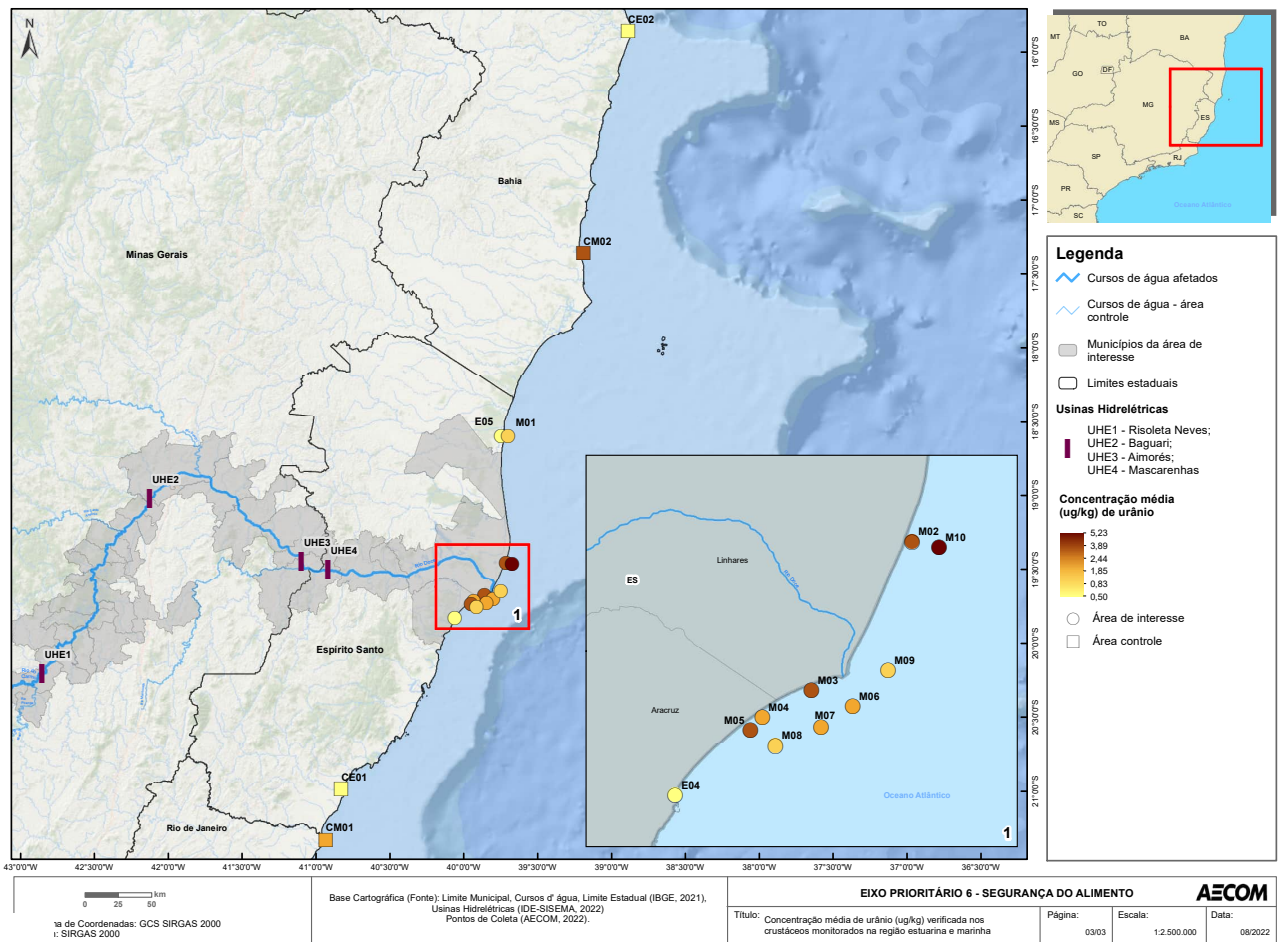


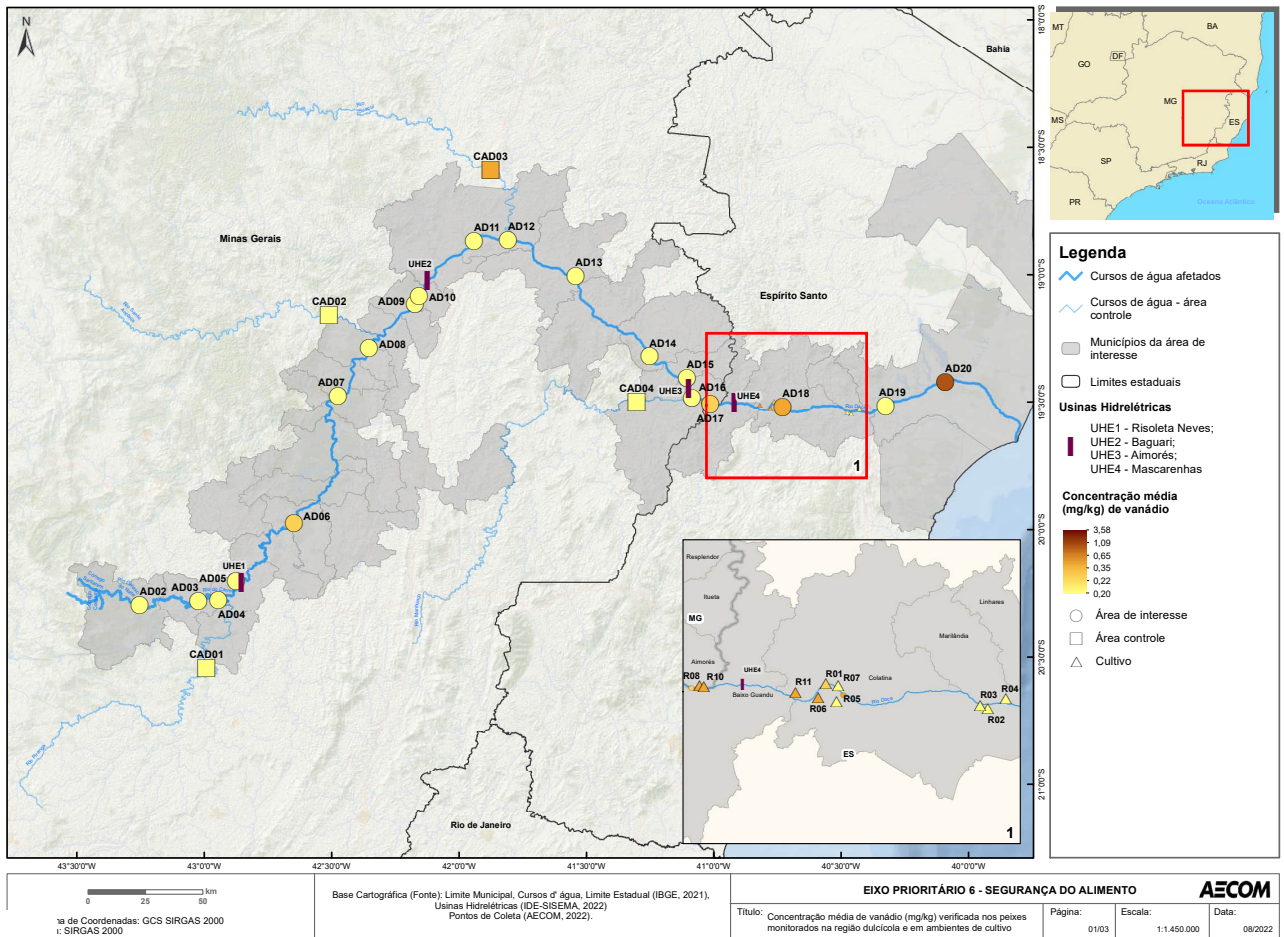


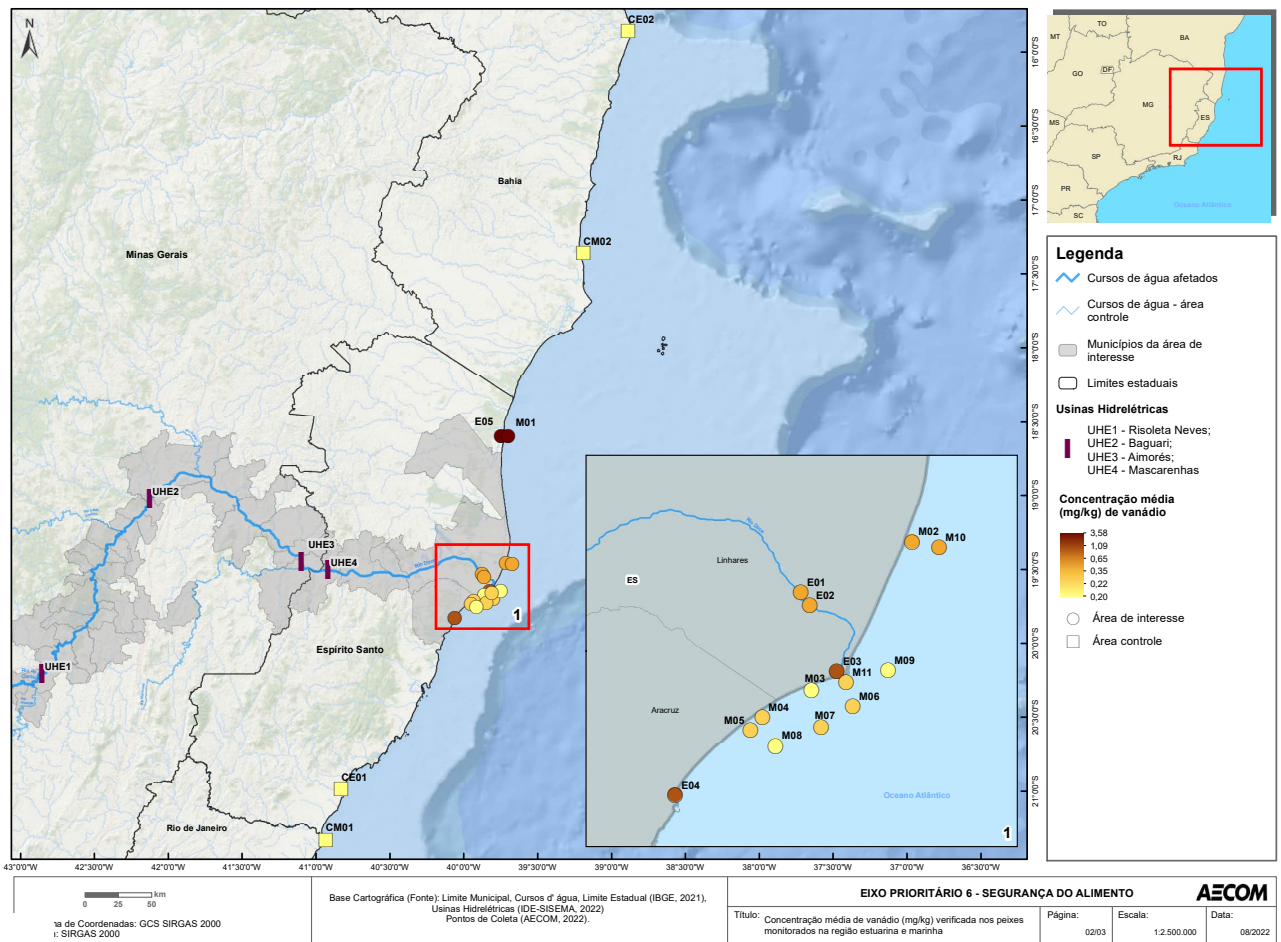


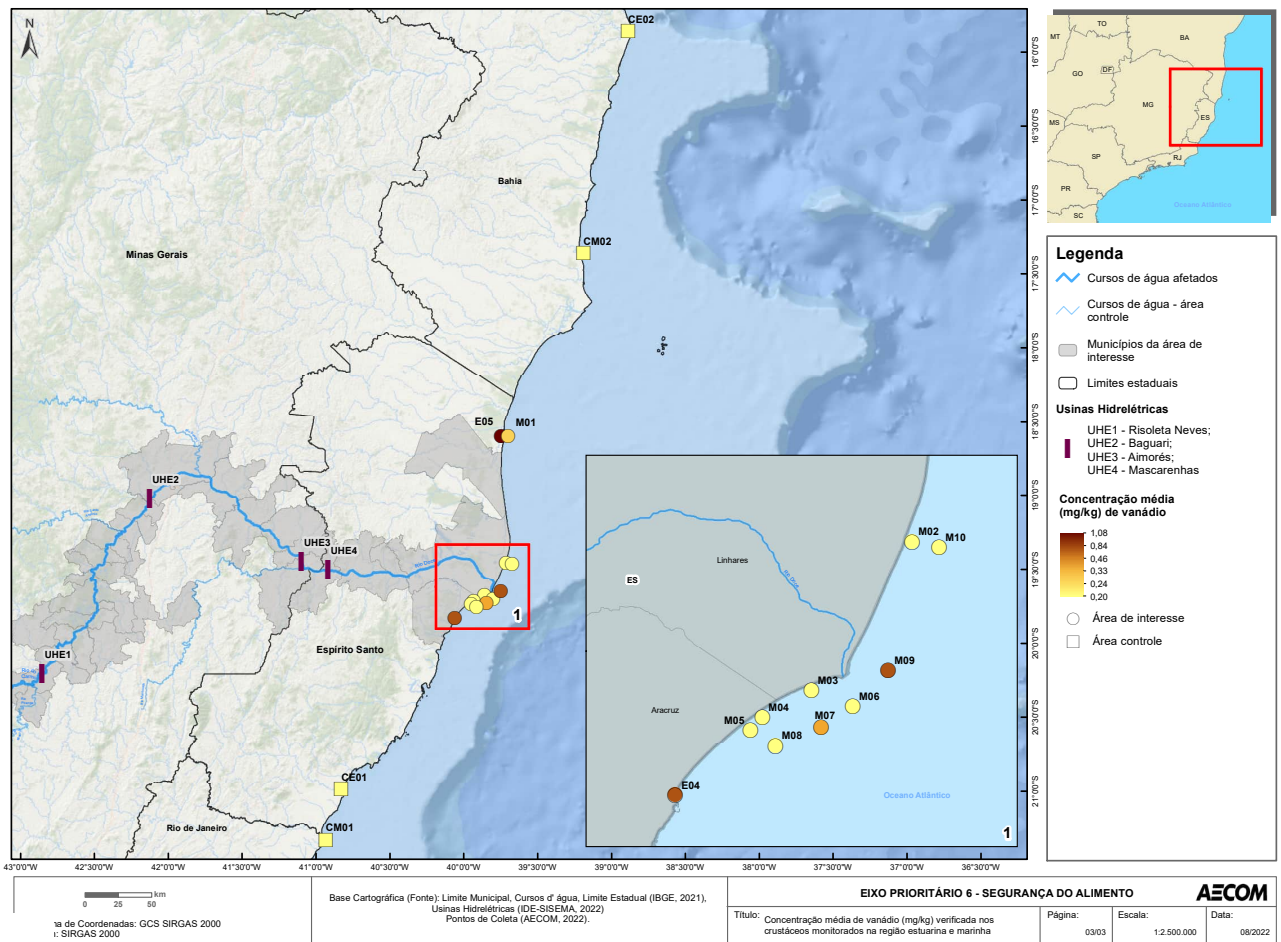


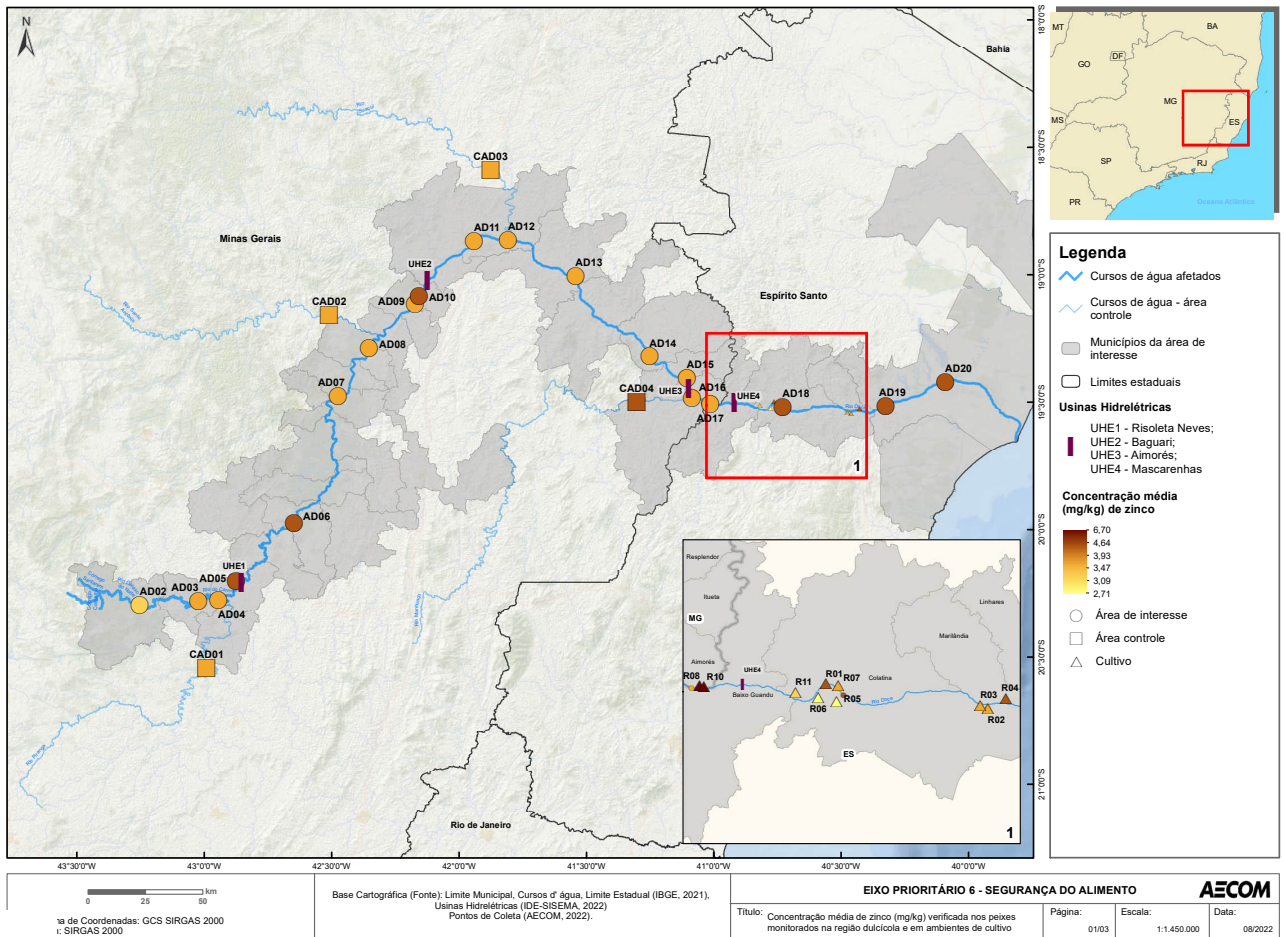


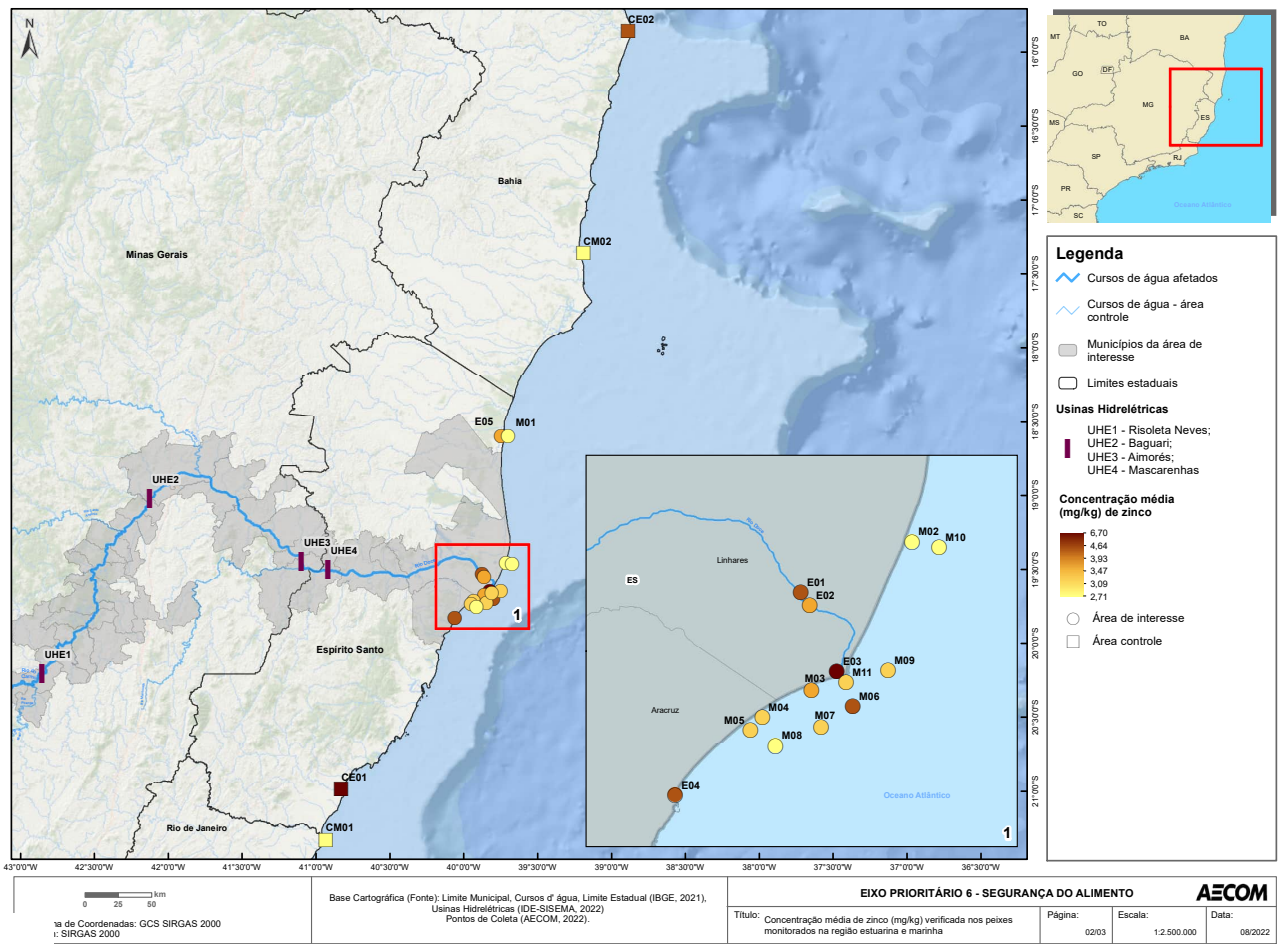


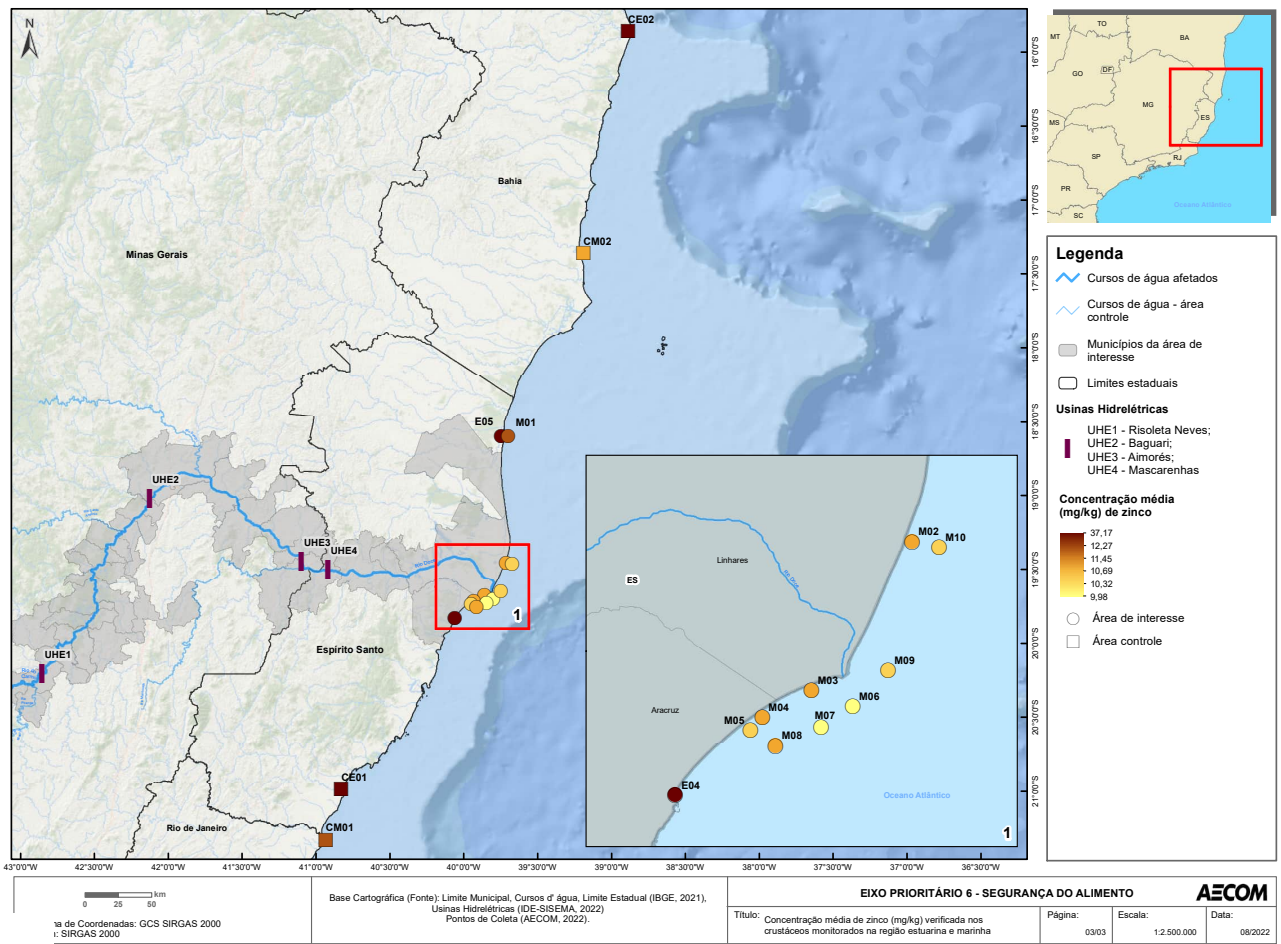












Anexo 4. Resultados parciais – Avaliação da Segurança de peixe e de crustáceos para consumo humano (caracterização do risco)

| Arsênio inorgânico (III+V) – Sexo masculino | | | | | | |
|---|--------------|--------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola | Região estuarina | Região marinha | Região de cultivo |
| | | | MOE | | | |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 15,75 | 14,77 | 9,36 | 10,12 |
| | | Média | 151,98 | 142,5 | 90,34 | 97,63 |
| | | P5 | 5.452,9 | 5.112,81 | 3.241,35 | 3.502,94 |
| | 7 – 17 | P95 | 21,32 | 19,99 | 12,67 | 13,70 |
| | | Média | 106,2 | 99,57 | 63,13 | 68,22 |
| | | P5 | 6.670,38 | 6.254,36 | 3.965,05 | 4.285,05 |
| | ≥ 18 | P95 | 41,83 | 39,22 | 24,87 | 26,87 |
| | | Média | 58,88 | 55,21 | 35,00 | 37,83 |
| | | P5 | 2.464,41 | 2.310,71 | 1.464,91 | 1.583,14 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 52,98 | 163,08 | - |
| | | Média | - | 144,24 | 444,01 | - |
| | | P5 | - | 12.028,92 | 37.029,82 | - |
| | 7 – 17 | P95 | - | 128,42 | 395,31 | - |
| | | Média | - | 675,99 | 2.080,95 | - |
| | | P5 | - | 15.302,47 | 47.107,11 | - |
| | ≥ 18 | P95 | - | 84,58 | 260,38 | - |
| | | Média | - | 372,00 | 1.145,15 | - |
| | | P5 | - | 25.018,93 | 77.018,27 | - |

Tabela A4-1. Resultado da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico em peixe e crustáceos para a população do sexo masculino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



| Arsênio inorgânico (III+V) – Sexo feminino | | | | | | |
|--|--------------|--------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola | Região estuarina | Região marinha | Região de cultivo |
| | | | MOE | | | |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 16,95 | 15,89 | 10,07 | 10,89 |
| | | Média | 58,20 | 54,57 | 34,60 | 37,39 |
| | | P5 | 2.314,64 | 2.170,28 | 1.375,88 | 1.486,92 |
| | 7 – 17 | P95 | 45,42 | 42,58 | 27,00 | 29,18 |
| | | Média | 145,91 | 136,81 | 86,73 | 93,73 |
| | | P5 | 6.535,98 | 6.128,34 | 3.885,16 | 4.198,71 |
| | ≥ 18 | P95 | 62,41 | 58,51 | 37,10 | 40,09 |
| | | Média | 224,00 | 210,03 | 133,15 | 143,90 |
| | | P5 | 9.762,22 | 9.153,37 | 5.802,92 | 6.271,24 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 64,68 | 199,12 | - |
| | | Média | - | 125,62 | 386,71 | - |
| | | P5 | - | 10.766,48 | 33.143,53 | - |
| | 7 – 17 | P95 | - | 239,89 | 738,47 | - |
| | | Média | - | 882,03 | 2.715,24 | - |
| | | P5 | - | 14.994,14 | 46.157,95 | - |
| | ≥ 18 | P95 | - | 97,26 | 299,42 | - |
| | | Média | - | 545,80 | 1.680,20 | - |
| | | P5 | - | 22.395,44 | 68.942,12 | - |

Tabela A4-2. Resultado da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico em peixe e crustáceos para a população do sexo feminino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



| Mercúrio total – Sexo masculino | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola | Região estuarina | Região marinha | Região de cultivo |
| | | | Comprometimento valor de segurança % | | | |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 66,30 | 67,60 | 116,17 | 15,63 |
| | | Média | 19,31 | 19,69 | 33,83 | 4,55 |
| | | P5 | 0,49 | 0,50 | 0,85 | 0,11 |
| | 7 – 17 | P95 | 24,74 | 25,23 | 43,36 | 5,83 |
| | | Média | 7,70 | 7,85 | 13,49 | 1,82 |
| | | P5 | 0,17 | 0,18 | 0,30 | 0,04 |
| | ≥ 18 | P95 | 18,01 | 18,36 | 31,55 | 4,25 |
| | | Média | 5,02 | 5,12 | 8,79 | 1,18 |
| | | P5 | 0,12 | 0,12 | 0,20 | 0,03 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 10,32 | 4,15 | - |
| | | Média | - | 5,32 | 2,14 | - |
| | | P5 | - | 0,06 | 0,02 | - |
| | 7 – 17 | P95 | - | 2,78 | 1,12 | - |
| | | Média | - | 0,76 | 0,30 | - |
| | | P5 | - | 0,04 | 0,02 | - |
| | ≥ 18 | P95 | - | 6,86 | 2,76 | - |
| | | Média | - | 1,22 | 0,49 | - |
| | | P5 | - | 0,03 | 0,01 | - |

Tabela A4-3. Resultado do comprometimento do valor de segurança para o mercúrio total em peixe e crustáceos para a população do sexo masculino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



| Mercúrio total – Sexo feminino | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola | Região estuarina | Região marinha | Região de cultivo |
| | | | Comprometimento valor de segurança % | | | |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 66,30 | 67,60 | 116,17 | 15,63 |
| | | Média | 19,31 | 19,69 | 33,83 | 4,55 |
| | | P5 | 0,49 | 0,50 | 0,85 | 0,11 |
| | 7 – 17 | P95 | 24,74 | 25,23 | 43,36 | 5,83 |
| | | Média | 7,70 | 7,85 | 13,49 | 1,82 |
| | | P5 | 0,17 | 0,18 | 0,30 | 0,04 |
| | ≥ 18 | P95 | 18,01 | 18,36 | 31,55 | 4,25 |
| | | Média | 5,02 | 5,12 | 8,79 | 1,18 |
| | | P5 | 0,12 | 0,12 | 0,20 | 0,03 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 10,32 | 4,15 | - |
| | | Média | - | 5,32 | 2,14 | - |
| | | P5 | - | 0,06 | 0,02 | - |
| | 7 – 17 | P95 | - | 2,78 | 1,12 | - |
| | | Média | - | 0,76 | 0,30 | - |
| | | P5 | - | 0,04 | 0,02 | - |
| | ≥ 18 | P95 | - | 6,86 | 2,76 | - |
| | | Média | - | 1,22 | 0,49 | - |
| | | P5 | - | 0,03 | 0,01 | - |

Tabela A4-4. Resultado do comprometimento do valor de segurança para o mercúrio total em peixe e crustáceos para a população do sexo feminino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



| Metilmercúrio – Sexo masculino | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola | Região estuarina | Região marinha | Região de cultivo |
| | | | Comprometimento valor de segurança % | | | |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 128,27 | 177,24 | 347,25 | 44,75 |
| | | Média | 34,32 | 47,42 | 92,91 | 11,97 |
| | | P5 | 0,82 | 1,13 | 2,22 | 0,29 |
| | 7 – 17 | P95 | 94,78 | 130,96 | 256,59 | 33,07 |
| | | Média | 19,03 | 26,29 | 51,51 | 6,64 |
| | | P5 | 0,30 | 0,42 | 0,82 | 0,11 |
| | ≥ 18 | P95 | 48,31 | 66,75 | 130,78 | 16,85 |
| | | Média | 13,30 | 18,37 | 36,00 | 4,64 |
| | | P5 | 0,37 | 0,51 | 1,00 | 0,13 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 11,44 | 6,55 | - |
| | | Média | - | 4,20 | 2,41 | - |
| | | P5 | - | 0,05 | 0,03 | - |
| | 7 – 17 | P95 | - | 4,72 | 2,70 | - |
| | | Média | - | 0,90 | 0,51 | - |
| | | P5 | - | 0,04 | 0,02 | - |
| | ≥ 18 | P95 | - | 7,17 | 4,10 | - |
| | | Média | - | 1,63 | 0,93 | - |
| | | P5 | - | 0,02 | 0,01 | - |

Tabela A4-5. Resultado do comprometimento do valor de segurança para o metilmercúrio em peixe e crustáceos para a população do sexo masculino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



| Metilmercúrio – Sexo feminino | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola | Região estuarina | Região marinha | Região de cultivo |
| | | | Comprometimento valor de segurança % | | | |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 119,22 | 164,74 | 322,77 | 41,60 |
| | | Média | 34,72 | 47,97 | 93,99 | 12,11 |
| | | P5 | 0,87 | 1,21 | 2,36 | 0,30 |
| | 7 – 17 | P95 | 44,49 | 61,48 | 120,46 | 15,52 |
| | | Média | 13,85 | 19,14 | 37,49 | 4,83 |
| | | P5 | 0,31 | 0,43 | 0,84 | 0,11 |
| | ≥ 18 | P95 | 32,38 | 44,74 | 87,66 | 11,30 |
| | | Média | 9,02 | 12,47 | 24,42 | 3,15 |
| | | P5 | 0,21 | 0,29 | 0,56 | 0,07 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 9,37 | 5,37 | - |
| | | Média | - | 4,83 | 2,76 | - |
| | | P5 | - | 0,06 | 0,03 | - |
| | 7 – 17 | P95 | - | 2,53 | 1,45 | - |
| | | Média | - | 0,69 | 0,39 | - |
| | | P5 | - | 0,04 | 0,02 | - |
| | ≥ 18 | P95 | - | 6,23 | 3,57 | - |
| | | Média | - | 1,11 | 0,64 | - |
| | | P5 | - | 0,03 | - | - |

Tabela A4-6. Resultado do comprometimento do valor de segurança para o metilmercúrio em peixe e crustáceos para a população do sexo feminino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



| Bifenilas policloradas (PCB) – Sexo masculino | | | | | |
|---|--------------|--------------|------------------|------------------|----------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola | Região estuarina | Região marinha |
| | | | HQ | | |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 4,609289973 | 1,528486245 | 1,168552388 |
| | | Média | 1,233250264 | 0,408958012 | 0,312654996 |
| | | P5 | 0,029465781 | 0,009771145 | 0,007470198 |
| | 7 – 17 | P95 | 3,405861636 | 1,12941748 | 0,86345788 |
| | | Média | 0,683789474 | 0,226751368 | 0,173355078 |
| | | P5 | 0,010886316 | 0,00361001 | 0,002759911 |
| | ≥ 18 | P95 | 1,735954952 | 0,57565987 | 0,440101256 |
| | | Média | 0,47780683 | 0,158445481 | 0,121134126 |
| | | P5 | 0,013316915 | 0,004416021 | 0,003376119 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 0,232520285 | 0,278877178 |
| | | Média | - | 0,085402687 | 0,102429172 |
| | | P5 | - | 0,00102404 | 0,001228199 |
| | 7 – 17 | P95 | - | 0,095923774 | 0,115047818 |
| | | Média | - | 0,018222421 | 0,021855373 |
| | | P5 | - | 0,000804974 | 0,000965459 |
| | ≥ 18 | P95 | - | 0,145634898 | 0,174669704 |
| | | Média | - | 0,033113498 | 0,039715239 |
| | | P5 | - | 0,000492351 | 0,000590509 |

Tabela A4-7. Resultado quociente de perigo oral (HQ oral) para bifenilas policloradas em peixe e crustáceos para a população do sexo masculino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



| Bifenilas policloradas (PCB) – Sexo feminino | | | | | |
|--|--------------|--------------|------------------------|------------------|----------------|
| Alimento | Idade (anos) | Consumidores | Região dulcícola HQ | Região estuarina | Região marinha |
| Peixe | 1 – 6 | P95 | 4,284361721 | 1,420736816 | 1,086176211 |
| | | Média | 1,247629575 | 0,413726334 | 0,316300456 |
| | | P5 | 0,031372412 | 0,010403403 | 0,007953569 |
| | 7 – 17 | P95 | 1,59891259 | 0,530215264 | 0,405358121 |
| | | Média | 0,497669395 | 0,165032105 | 0,126169706 |
| | | P5 | 0,011110173 | 0,003684243 | 0,002816664 |
| | ≥ 18 | P95 | 1,163586962 | 0,385856971 | 0,294993878 |
| | | Média | 0,324180132 | 0,107501345 | 0,082186512 |
| | | P5 | 0,007438456 | 0,002466666 | 0,001885806 |
| Crustáceos | 1 – 6 | P95 | - | 0,190437786 | 0,228404813 |
| | | Média | - | 0,098058645 | 0,117608311 |
| | | P5 | - | 0,001144115 | 0,001372213 |
| | 7 – 17 | P95 | - | 0,051349341 | 0,06158671 |
| | | Média | - | 0,013965592 | 0,016749871 |
| | | P5 | - | 0,000821527 | 0,000985312 |
| | ≥ 18 | P95 | - | 0,126645467 | 0,151894404 |
| | | Média | - | 0,022568704 | 0,027068161 |
| | | P5 | - | 0,000550027 | 0,000659684 |

Tabela A4-8. Resultado quociente de perigo oral (HQ oral) para bifenilas policloradas em peixe e crustáceos para a população do sexo feminino. (-) = amostra não analisada por ausência de amostra.



Anexo 5. Lista de espécies coletadas para obtenção dos dados pretéritos



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|--|--------------------------|---------------|
| ORDEM CHARACIFORMES | | |
| Família Characidae | | |
| <i>Astyanax bimaculatus</i> | lambari | NP |
| <i>Astyanax gr. bimaculatus</i> | lambari | NP |
| <i>Astyanax lacustris</i> | lambari | NP |
| <i>Astyanax rivularis</i> | lambari | NP |
| <i>Astyanax scabripinnis</i> | lambari | NP |
| <i>Astyanax sp.</i> | lambari | NP |
| <i>Astyanax taeniatus</i> | lambari | NP |
| <i>Deuterodon pedri</i> | lambari | NP |
| <i>Deuterodon sp.</i> | lambari | NP |
| <i>Knodus moenkhausii</i> | lambari, tetra | NP |
| <i>Knodus sp.</i> | lambari, tetra | NP |
| <i>Hasennania sp.</i> | lambari, tetra | NP |
| <i>Oligosarcus argenteus</i> | lambari-bocarra | P |
| Família Erythrinidae | | |
| <i>Hoplias intermedius</i> | trairão | P |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | traira | P |
| Família Anostomidae | | |
| <i>Leporinus (Hypomasticus) colepandii</i> | piaba-vermelha | NP |
| <i>Megaleporinus conirostris</i> | piau-branco | NP |
| ORDEM GYMNOTIFORMES | | |
| Família Gymnotidae | | |
| <i>Gymnotus carapo</i> | tuvira, sarapó | P |
| <i>Gymnotus sp.</i> | tuvira, sarapó | P |
| ORDEM SILURIFORMES | | |
| Família Loricariidae | | |
| <i>Hypostomus affinis</i> | Cascudo | NP |
| <i>Loricariichthys castaneus</i> | Cascudo, cascudo-chinelo | NP |
| Família Heptapteridae | | |
| Rhamdia quelen | jundiá | NP |
| ORDEM CICHLIFORMES | | |
| Família Cichlidae | | |
| <i>Australoheros ipatinguensis</i> | - | NP |
| <i>Coptodon rendalli</i> | tilápia | NP |
| <i>Crenicichla lacustris</i> | jacundá, joaninha | P |
| <i>Geophagus brasiliensis</i> | cará | NP |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | tilápia | NP |
| ORDEM CYPRINODONTIFORMES | | |
| Família Poeciliidae | | |



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|-------------------------------|--------------|---------------|
| <i>Phalloceros elachistos</i> | barrigudinho | NP |
| <i>Phalloceros sp.</i> | barrigudinho | NP |
| <i>Poecilia reticulata</i> | barrigudinho | NP |

Tabela A4-1. Lista de espécies coletadas para obtenção dos dados pretéritos validados pela equipe de perícia, na região dulcícola. Legenda: P – predador e NP – não predador.



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|--|--------------------|---------------|
| ORDEM ELOPIFORMES | | |
| Família Megalopidae | | |
| <i>Megalops atlanticus</i> | camorupim | P |
| ORDEM CLUPEIFORMES | | |
| Família Clupeidae | | |
| <i>Harengula clupeola</i> | sardinha-cascuda | NP |
| Família Engraulidae | | |
| <i>Anchovia clupeoides</i> | manjuba, sardinha | NP |
| Família Ariidae | | |
| <i>Bagre marinus</i> | bagre-bandeira | P |
| <i>Cathorops spixii</i> | bagre-amarelo | P |
| <i>Genidens barbatus</i> | bagre | P |
| <i>Genidens genidens</i> | bagre-guri | P |
| ORDEM CARANGIFORMES | | |
| Família Centropomidae | | |
| <i>Centropomus paralellus</i> | bobalo-peva | P |
| <i>Centropomus undecimalis</i> | robalo-flexa | P |
| Família Polynemidae | | |
| <i>Polydactylus oligodon</i> | parati-barbudo | P |
| Família Cyclopsetidae | | |
| <i>Etropus longimanus</i> | linguado | P |
| Família Achiridae | | |
| <i>Trinectes paulistanus</i> | linguado | P |
| ORDEM MUGILIFORMES | | |
| Família Mugilidae | | |
| <i>Mugil curema</i> | parati | NP |
| ORDEM PERCIFORMES (sedis mutabilis) | | |
| Família Gerreidae | | |
| <i>Eugerres brasiliensis</i> | caratinga | P |
| Família Haemulidae | | |
| <i>Conodon nobilis</i> | coró | P |
| Família Sciaenidae | | |
| <i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i> | cangoá | P |
| <i>Cynoscion acoupa</i> | pescada-verdadeira | P |
| <i>Cynoscion jamaicensis</i> | Pescada, goete | P |
| <i>Macrodon atricauda</i> | pescada | P |
| <i>Menticirrhus littoralis</i> | betara | P |
| <i>Micropogonias furnieri</i> | corvina | P |
| <i>Nebrius microps</i> | pescada | P |
| <i>Paralichthys brasiliensis</i> | maria-luiza | P |



| Táxons | Nome vulgar | Classificação |
|-------------------------------------|---------------------|---------------|
| <i>Stellifer brasiliensis</i> | cangoá | P |
| <i>Stellifer naso</i> | cangoá | P |
| <i>Stellifer rastrifer</i> | cangoá | P |
| <i>Stellifer stellifer</i> | cangoá | P |
| INVERTEBRADOS | | |
| SUBFILO CRUSTACEA | | |
| ORDEM DECAPODA | | |
| Família Penaeidae | | |
| <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> | | Inv |
| <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> | Camarão-sete-barbas | Inv |
| Família Portunidae | | |
| <i>Callinectes danae</i> | siri-azul | Inv |
| Família Ocypodidae | | |
| <i>Ucides cordatus</i> | | Inv |
| FILO MOLLUSCA | | |
| CLASSE CEPHALOPODA | | |
| Família Loliginidae | | |
| <i>Loligo vulgaris</i> | lula | Inv |
| CLASSE BIVALVIA | | |
| Família Ostreidae | | |
| <i>Crassostrea Rhizophorae</i> | ostra | Inv |

Tabela A4-2. Lista de espécies coletadas para obtenção dos dados pretéritos validados pela equipe de perícia, na região marinha. Legenda: P – predador, NP – não predador e Inv – invertebrados.

