



PROJETO DETALHADO
ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA
Saúde Pública

Bacia de Rio Paraopeba

GRUPO EPA – ENGENHARIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Março, 2021

SUMÁRIO

6	GLOSSÁRIO	6
1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4	ABRANGÊNCIA DO PROJETO	16
5	PREMISSAS TÉCNICAS	17
5.1	RISCO CARCINOGÊNICO E RISCO NÃO CARCINOGÊNICO	17
5.2	RISCO ADICIONAL	17
5.3	RISCO CUMULATIVO	18
5.4	ACREDITAÇÃO LABORATORIAL	18
5.5	PADRÕES LEGAIS APLICÁVEIS	19
5.5.1	SOLO SUPERFICIAL	19
5.5.2	SOLO SUBSUPERFICIAL	19
5.5.3	SEDIMENTO SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL	19
5.5.4	ÁGUA SUBTERRÂNEA	19
5.5.5	ÁGUA DE ABASTECIMENTO	20
5.5.6	ÁGUA SUPERFICIAL	20
5.5.7	POEIRA DOMICILIAR	20
5.5.8	ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL E VEGETAL	20
5.6	EQUIPES TÉCNICAS	21
6	EXCLUSÕES E LIMITAÇÕES	22
7	FONTES PRIMÁRIAS POTENCIAIS LIGADAS AO ROMPIMENTO	23
8	ÁREAS ALVO (AAMS)	25
9	AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA (SAÚDE PÚBLICA)	28

9.1	LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO DO LOCAL	28
9.1.1	ANTECEDENTES	29
9.1.2	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	30
9.1.3	USO DO SOLO E INFORMAÇÃO SOBRE O USO DE RECURSOS NATURAIS	30
9.1.4	CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL	31
9.1.5	INFORMAÇÕES SOBRE ROTAS AMBIENTAIS	31
9.1.6	DADOS SOBRE EFEITOS NA SAÚDE	31
9.2	LEVANTAMENTO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM SUA SAÚDE	32
9.2.1	ENGAJAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS	32
9.2.2	MAPEAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS	33
9.2.3	REUNIÕES DE LEVANTAMENTO DE PREOCUPAÇÕES	34
9.2.4	DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE	37
9.2.5	MUNICÍPIOS DESCONTINUADOS	37
9.2.6	REAVALIAÇÃO DA ÁREA ALVO EM FUNÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO	41
9.2.7	MODELO CONCEITUAL PARA SAÚDE HUMANA (MCA _{MS})	41
9.2.8	SOCIALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES E COMUNICAÇÃO DE RISCO (DEVOLUTIVAS)	42
9.3	SELEÇÃO DOS CONTAMINANTES DE INTERESSE	43
9.3.1	IDENTIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES	43
9.3.2	REVISÃO DOS NÍVEIS DE CONCENTRAÇÃO	66
9.3.3	IDENTIFICAÇÃO DO COMPARTIMENTO AMBIENTAL E MECANISMOS DE TRANSPORTE	86
9.3.4	MECANISMOS DE TRANSPORTE E DESTINO DOS CONTAMINANTES	86
9.3.5	FATORES ESPECÍFICOS DE NATUREZA QUÍMICA QUE INFLUENCIAM NO DESTINO DOS CONTAMINANTES E NO TRANSPORTE AMBIENTAL	87
9.3.6	FATORES ESPECÍFICOS DO LOCAL DE ESTUDO QUE INFLUENCIAM NO DESTINO E TRANSPORTE AMBIENTAL DOS CONTAMINANTES	87
9.3.7	AMOSTRAGENS AMBIENTAIS REPRESENTATIVAS E CONFIÁVEIS DO LOCAL	87
9.3.8	MODELOS DE TRANSPORTE AMBIENTAL	88
9.4	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO	88
9.4.1	CATEGORIZAÇÃO DAS ROTAS COMO POTENCIAIS OU COMPLETAS	90
9.4.2	ELIMINAÇÃO DE UMA ROTA DE EXPOSIÇÃO	90
9.4.3	EXPOSIÇÃO HUMANA	90
9.5	IMPLICAÇÕES NA SAÚDE PÚBLICA	91
9.5.1	AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA	91
9.5.2	AVALIAÇÃO DOS DADOS E DOS ESTUDOS DE SAÚDE EXISTENTES	99

9.5.3	RESPOSTA ÀS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE	100
9.6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	101
<u>10</u>	<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>102</u>

APÊNDICES

APÊNDICE 01 – Metodologia para Análise de Suficiência e Representatividade

APÊNDICE 02 – Metodologia Detalhada para Levantamento Preocupações

APÊNDICE 03 – Termo Consentimento Livre Esclarecido

APÊNDICE 04 – Questionário de Levantamento de Preocupações e Parâmetros Expositivos

APÊNDICE 05 – Metodologia para Aplicação de Grupos Focais

GLOSSÁRIO¹

Área alvo: Representações espaciais delimitadas por microbacias de contribuição hídrica que possuam características similares quanto aos atributos físicos, de seu uso e ocupação do solo, populações potencialmente expostas e alterações ambientais causadas pelo rompimento da barragem B-I. Os limites das Áreas Alvo não serão utilizados para limitar o levantamento das preocupações da comunidade quanto à sua saúde (ver seção 8.2.2), podendo ser redefinidos em função deste levantamento.

Analito: Substância ou componente químico, em uma amostra, que é alvo de análise ou tem interesse para análise.

ANOVA: Análise de variância de um fator (F), com o objetivo de avaliar se a região de exposição é um fator significativo para explicar a ocorrência das concentrações detectadas na área alvo.

Área contaminada: Área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.

Avaliação de risco: Processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos aos receptores expostos aos contaminantes presentes em uma área contaminada.

Caminho ou Rota de exposição: Conjunto de variáveis relacionadas ao transporte de substâncias químicas desde sua liberação para o ambiente até seu ingresso no organismo de um dado receptor. Um cenário de exposição constitui uma situação única composta por uma fonte de contaminação, pelo mecanismo de liberação das substâncias químicas desta fonte para o ambiente, por mecanismos de transporte dessas substâncias no meio físico, pelo receptor e pela via de ingresso.

Concentração máxima aceitável (CMA): Concentração da substância química de interesse acima da qual há necessidade de implementação de medidas de intervenção.

Concentrações basais/background: Concentrações no meio ambiente que podem ter origem natural ou antropogênica e que estavam presentes antes da ocorrência do evento em questão.

Comitê Gestor Pró-Brumadinho: No dia do rompimento da barragem B-I da Mina Córrego do Feijão, foi instituído, temporariamente, o Gabinete de Crise do Estado de Minas Gerais em razão do rompimento, por meio do Decreto com numeração especial 23, de 25 de janeiro de 2019, com o objetivo de mobilizar e coordenar as atividades dos órgãos públicos estaduais e entidades quanto às medidas imediatas a serem adotadas na minimização dos impactos do desastre.

¹ Fontes Preferenciais: ABNT NBR 16209: 2013, DD 038 CETESB, 2017, Resolução CONAMA 420/2009,

Evento: O rompimento da barragem B-I, localizada no complexo minerário do Córrego do Feijão, em Brumadinho-MG, ocorrido em 25 de janeiro de 2019;

Foco de Contaminação (*Hot spot*): Porção de uma área impactada onde são detectadas as maiores concentrações das substâncias químicas de interesse;

Fonte Difusa: Várias pequenas fontes de contaminação que se espalham por áreas que podem alcançar de alguns m² até dezenas de km².

Fonte potencial de contaminação: Instalação ou material a partir do qual os contaminantes podem ser liberados para o ambiente, mas cuja liberação ainda pode não ser associada a um ou mais compartimentos do meio físico.

Fonte Primária de Contaminação: Instalação, equipamento ou material a partir do qual as substâncias químicas de interesse se originam e estão sendo ou foram liberadas para um ou mais compartimentos do meio físico.

Fonte Secundária de Contaminação: Meio atingido por substâncias químicas de interesse provenientes da Fonte Primária de Contaminação, capaz de armazenar certa massa dessas substâncias e atuar como fonte de contaminação de outros compartimentos do meio físico.

Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC): Procedimento que visa reduzir, para níveis aceitáveis, os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente em decorrência de exposição às substâncias provenientes de áreas contaminadas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos riscos e danos decorrentes da contaminação, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas.

Limite de Quantificação (LQ): A menor quantidade do analito em uma amostra que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis pelo laboratório/método.

Mapa de controle e monitoramento do risco: Representação espacial das áreas onde os riscos identificados na avaliação de risco ultrapassaram os níveis considerados aceitáveis e/ou os requisitos legais aplicáveis.

Mapa de Intervenção: Plantas e seções com a localização das medidas de intervenção propostas, especificando as áreas e volumes de atuação das medidas de remediação, de controle institucional e de engenharia.

Medidas de controle institucional: Ações implementadas em substituição, ou complementarmente, às técnicas de remediação, visando a afastar o risco, impedir ou reduzir a exposição de um determinado receptor sensível aos contaminantes presentes nas áreas ou águas subterrâneas contaminadas, por meio da imposição de restrições de uso, incluindo, entre outras,

ao uso do solo, ao uso de água subterrânea, ao uso de água superficial, ao consumo de alimentos e ao uso de edificações, podendo ser provisórias ou não.

Medidas de engenharia: Ações baseadas em práticas de engenharia, com a finalidade de interromper a exposição dos receptores, atuando sobre os caminhos de migração dos contaminantes.

Medidas de intervenção: Conjunto de ações a serem adotadas visando à reabilitação de uma área para o uso declarado, a saber: medidas emergenciais, de remediação, de controle institucional, de controle de engenharia, medidas de monitoramento.

Medidas de remediação: Conjunto de técnicas aplicadas em áreas contaminadas, divididas em técnicas de tratamento, quando destinadas à remoção ou redução da massa de contaminantes, e técnicas de contenção ou isolamento, quando destinadas à prevenir a migração dos contaminantes.

Meta de Remediação: Concentração Máxima Aceitável da substância química de interesse que deve ser atingida nos compartimentos do meio físico, por meio da execução de medida de remediação.

Metas de reabilitação ambiental: Conjunto de metas associadas às medidas de controle institucional, medidas de engenharia, medidas de remediação e medidas de monitoramento, que quando aplicadas em conjuntos servirão para indicar o processo de reabilitação ambiental da área alvo.

Modelo Conceitual Ambiental (MCA): Relato escrito, acompanhado de representação gráfica, dos processos associados ao transporte das substâncias químicas de interesse na área investigada, desde as fontes potenciais, primárias e secundárias de contaminação, até os potenciais ou efetivos receptores, contendo a identificação das substâncias químicas de interesse, das fontes de contaminação, dos mecanismos de liberação das substâncias, dos meios pelos quais as substâncias serão transportadas, dos receptores e das vias de ingresso das substâncias nos receptores.

Monitoramento ambiental: Medição contínua ou periódica da qualidade ou características de um compartimento do meio físico, matriz ambiental, fauna e flora.

Nexo causal: Avaliação da ocorrência de substâncias químicas de interesse na área alvo e a relação de suas concentrações com o rompimento da barragem B-I. Essa avaliação inclui o levantamento dos níveis de concentrações basais na área estudada, comparação com concentrações em localidades de referência (áreas controle) e avaliação da distribuição espacial das concentrações. O nexo de causa não é utilizado para fins de quantificação do risco a saúde humana ou ecológico.

Nível de base regional (*background*): Concentrações de substâncias químicas de interesse que ocorrem naturalmente no meio ambiente associadas a geoquímica regional.

Padrões Legais Aplicáveis: Conjunto de valores orientadores definidos pela legislação vigente.

Partes interessadas (stakeholders): Pessoas e organizações que possuem interesses e/ou são envolvidas, de forma direta ou indireta, positiva ou negativamente, pelo projeto.

Perigo: Situação em que estejam ameaçadas a vida humana, o meio ambiente ou o patrimônio público e privado, em razão da presença de agentes tóxicos, patogênicos, reativos, corrosivos ou inflamáveis.

Padrão Legal Aplicável (PLA): Valor de referência adotado pelo órgão ambiental regulador para definir quais níveis de concentração serão adotados como critérios de corte para ocorrência de anomalias químicas em matrizes ambientais.

Plano de gestão integrada para saúde e meio ambiente: Documento técnico desenvolvido com base nos resultados obtidos nas etapas de investigação e de avaliação de risco, no qual são apresentadas, discutidas e justificadas, a nível conceitual, as metas de reabilitação de áreas contaminadas. O objetivo final é viabilizar, de forma segura, o uso pretendido para estas áreas e nos casos de ecossistemas à recuperação da qualidade do meio degradado.

PRA: Avaliação de Risco Probabilístico desenvolvida com base na metodologia descrita no “U.S. EPA. *Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA 540-R-02-002). PART A, Volume III. Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment*”.

Ponto de conformidade (PDC): Pontos de monitoramento situados junto aos receptores potencialmente expostos aos contaminantes, cujas concentrações estão em conformidade com as metas estabelecidas.

Ponto de exposição (PDE): Local onde ocorre a exposição de um dado receptor às substâncias químicas provenientes de uma fonte de contaminação.

Reabilitação ambiental: Processo que tem por objetivo proporcionar o uso seguro de áreas contaminadas por meio da adoção de um conjunto de medidas que levam à eliminação ou redução dos riscos impostos.

Receptor: Indivíduo ou grupo de indivíduos, humanos ou não, expostos, ou que possam estar expostos, a uma ou mais substâncias químicas associadas a uma área contaminada.

Recuperação: Resultado das medidas de intervenção que levam um ecossistema degradado a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original.

Rejeito: Rejeito de minério de ferro associado ao rompimento da barragem B-I da Mina do Córrego do Feijão. Resíduo do tratamento do material extraído na mineração ferro depois da separação do metal de interesse. A barragem B-I armazenava rejeito desse tipo.

Risco: Compreende o risco à saúde humana e risco ecológico.

Risco adicional: Decorrente da exposição de uma comunidade receptora a uma contaminação, sendo que esta avaliação é feita em cenários associados a uma área contaminada. O risco é dito adicional por se tratar do acréscimo verificado nos fatores de risco já existentes na área em estudo, podendo-se citar, como exemplo a baixa escolaridade, baixa renda, subemprego, condições precárias de saneamento que podem gerar múltiplas doenças infecciosas, subnutrição, doenças crônicas, entre outras.

Risco à saúde humana: Probabilidade adicional teórica de ocorrência de câncer em um determinado receptor exposto a substâncias carcinogênicas presentes em uma área contaminada ou a possibilidade de ocorrência de outros efeitos adversos na saúde humana decorrentes da exposição às substâncias não carcinogênicas.

Risco carcinogênico: Probabilidade adicional teórica de ocorrência de câncer em função de um evento de exposição associado a uma contaminação ambiental, considerando a SQI e o caminho de exposição avaliado.

Risco ecológico: Possibilidade de ocorrência teórica de efeitos adversos nos organismos presentes nos ecossistemas.

Risco não carcinogênico: Quociente que expressa a potencial ocorrência teórica de efeitos adversos não carcinogênicos à saúde, considerando a SQI e o caminho de exposição.

Rota ou caminho de exposição: Percurso desenvolvido, ou que possa ser desenvolvido, por uma substância química de interesse desde a fonte de contaminação até o receptor.

Sedimentos: Material sólido desagregado, originado da alteração de rochas preexistentes e depositados na Bacia do rio Paraopeba ou transportados pela água superficial desta bacia. Podem ser encontrados no leito ou na coluna d'água.

Situação anterior: Situação socioambiental e socioeconômica imediatamente anterior a 25 de janeiro de 2019.

Solo subsuperficial: Fração de solo situada abaixo de 0,1 metro, incluindo solos aluvionais, coluvionais e tecnogênicos.

Solo superficial: Fração de solo compreendida desde a superfície do terreno até 0,1 metro de profundidade, incluindo solos aluvionais, coluvionais e tecnogênicos.

Solo: Todo material situado abaixo da superfície do terreno, incluindo o solo, conforme definido pedologicamente, e as rochas;

Substância química de ocorrência natural: Substâncias químicas que ocorrem naturalmente no nível de base regional (background), que possuam gênese associada a geoquímica das rochas que formam a geologia da área em estudo.

Substâncias Químicas de Interesse (SQI): Substâncias químicas detectadas no meio, que apresenta, níveis acima do padrão legal aplicável ou aquela substância que não possui padrão legal aplicável para um determinado meio.

Unidade de exposição (UE): Áreas que são estabelecidas durante a avaliação de risco e que se caracterizam por possuírem receptores que podem ser ou são expostos a cenários de exposição comuns, considerando os caminhos de exposição e contaminantes presentes.

Valor de investigação (VI): Concentração de determinada substância química encontrada em um compartimento do meio físico ou biótico da qual existem riscos potenciais diretos e indiretos à saúde humana ou a ecossistemas, considerado um cenário de exposição genérico.

Valores Orientadores (VO): Concentrações de substâncias químicas, determinadas por meio de critérios numéricos e dados existentes na literatura científica, que visam subsidiar e definir a necessidade de que sejam executadas ações de prevenção e/ou controle da poluição. Devem nortear o gerenciamento de áreas contaminadas.

Via de ingresso: Mecanismo pelo qual uma substância química de interesse (SQI) adentra o organismo do receptor.

1 INTRODUÇÃO

Em termos ambientais, um dos grandes desafios da sociedade atual é o gerenciamento de impactos ambientais associados a grandes eventos que promovam alterações a nível regional na saúde e qualidade de vidas das populações, bem como alterações nas condições de equilíbrio da fauna e da flora.

LANDIS e WIEGERS (1997) *apud* LANDIS (2004) definem a avaliação de risco em escala regional como a inclusão de múltiplos habitats, com diferentes agentes de estresse em pontos de exposição, além de diferentes características do meio físico que afetam a quantificação do risco.

ZABEO *et al.* (2011) indicam que para identificação da vulnerabilidade de receptores humanos e ecológicos em escala regional devem ser consideradas a inclusão de diferentes receptores potencialmente impactados, inclusão de uma análise especial no gerenciamento do risco, e a aplicação de metodologias que incluam técnicas de análise de decisões baseadas em multicritérios.

O rompimento da barragem B-I da Mina Córrego do Feijão no município de Brumadinho, ocorreu em 25 de janeiro de 2019 e causou a liberação de um grande volume de rejeito de minério de ferro para o sistema fluvial e seu entorno imediato localizado a jusante da barragem e ao longo de cursos d'água da bacia do rio Paraopeba.

Este rompimento acarretou alterações ambientais em escala regional, levando à necessidade do desenvolvimento de *Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH)*, para avaliação dos potenciais riscos e, caso necessário, definição de estratégias de acompanhamento de saúde pública.

Diversos fatores caracterizam o evento supramencionado, destacando-se:

- Caráter regional ocasionando alterações ambientais em aproximadamente 320 km na Bacia do Rio Paraopeba;
- Fonte primária única, corresponde à barragem de B-I;
- Fonte primária distante do ponto mais a jusante do ponto de rompimento;
- Fontes secundárias associadas ao processo de deposição da lama de rejeitos ao longo da Bacia do Rio Paraopeba;
- Fontes secundárias dispostas em diferentes localidades e em diferentes matrizes ambientais;
- Fontes difusas de contaminação (antrópicas e de ocorrência naturais) não relacionadas à fonte primária (rompimento da barragem de rejeitos);
- Condições de contorno regionais de difícil fixação/caracterização;

- Múltiplos Cenários de exposição, variando do específico ao diversificado;
- Múltiplas partes interessadas.

O presente documento apresenta o projeto detalhado dos *Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana* (ARSH) no âmbito da Saúde Pública, a ser executado como descrito nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), o qual será aplicado à Bacia do Rio Paraopeba.

Para o desenvolvimento adequado de estudos de ARSH que possuam contexto regional, é fundamental que sejam estabelecidos os aspectos regionais para definição clara de níveis de base (*background*), bem como investigar aspectos exposicionais associados às populações potencialmente expostas. Deverão ainda ser desenvolvidas as etapas de geração de dados ambientais, seleção e validação de dados que sirvam de base para quantificação do risco e avaliação da exposição considerando características específicas de cada população potencialmente exposta, análise de toxicidade detalhada e orientada ao entendimento do risco adicional de efeitos adversos por *endpoint* no organismo humano, associado a exposição a múltiplos contaminantes.

Os Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH) quantificarão o risco², considerando aspectos ligados à saúde populacional das comunidades expostas rejeito associado ao rompimento da barragem B-I, definindo ações de gerenciamento ambiental, gestão de saúde e de comunicação de riscos.

A execução destes estudos contribuirá para o desenvolvimento posterior de estudos de saúde pública (levantamento epidemiológico; toxicológico; estudos de seguimento da população exposta e potencialmente exposta; e definição de grupos populacionais de controle; e controles institucionais), conforme descrito nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010).

² Conforme definido na Resolução CONAMA 420 (CONAMA, 2009), na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH (COMPAM, 2010), na Decisão de Diretoria 038 (CETESB, 2017), no *Public Health Assessment Guidance Manual* (ATSDR, 2005) e nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), em estudos de ARSH o risco corresponde à probabilidade da ocorrência adicional de efeitos adversos à saúde em um ser humano exposto a uma ou mais substâncias químicas presentes em uma área contaminada por meio de um, ou mais, cenário(s) de exposição.

2 OBJETIVOS

O objetivo de presente projeto é apresentar o detalhamento técnico a ser aplicado para o desenvolvimento dos Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana a serem executados na região da Bacia do Rio Paraopeba que foi impactada pelo rompimento da barragem B-I, considerando as *Diretrizes para Elaboração de Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana por Exposição a Contaminantes Químicos desenvolvida pelo Ministério da Saúde (MS, 2010)*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente documento foi desenvolvido com base nos seguintes protocolos e procedimentos técnicos:

- [1] MINISTÉRIO DA SAÚDE, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. (2010). Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos. Brasília/2010;
- [2] ATSDR - *Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Assessment Guidance Manual* (ATSDR, 2005). Última atualização em dezembro de 2005 (<https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamannual/toc.html>);
- [3] RESOLUÇÃO CONAMA nº 420/2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas;
- [4] COPAM/CERH. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010, de 6 de setembro de 2010, que estabelece diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas;
- [5] US.EPA - *Environmental Protection Agency* (2007). *Framework for Metals Risk Assessment*. Washington, DC, EPA 120/R-07/001. Março de 2007;
- [6] US.EPA - *Environmental Protection Agency* (2014). *Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making*;
- [7] US.EPA - *Environmental Protection Agency*. 2011. *Exposure Factors Handbook*, Volumes I, II e III. National Center for Environmental Assessment (EPA/600/R-09/052F). Última atualização em Setembro de 2011 (<https://www.epa.gov/expobox/about-exposure-factors-handbook>).

4 ABRANGÊNCIA DO PROJETO

A definição da abrangência do escopo é fundamental para o desenvolvimento dos estudos de ARSH para saúde pública, haja vista a amplitude conceitual e metodológica, e a extensão territorial de influência do rompimento da barragem B-I da Mina Córrego do Feijão.

O escopo territorial dos *Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana* para saúde pública abrange toda a extensão da bacia do rio Paraopeba em Minas Gerais que foi impactada pelo rompimento da barragem B-I, desde o município de Brumadinho até a represa de Três Marias no município de mesmo nome.

O escopo dos *Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana* para saúde pública abrange a aplicação integral das diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), e outras diretrizes adicionais que orientam as técnicas de amostragem, controle e garantia da qualidade na amostragem e análises químicas, padrões legais aplicáveis (PLA) e metodologias voltadas para levantamento de percepções de saúde das comunidades afetadas.

5 PREMISSAS TÉCNICAS

A seguir serão apresentadas as premissas técnicas que fornecerão a base necessária para execução adequada dos *Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana* no âmbito da saúde pública.

5.1 RISCO CARCINOGENICO E RISCO NÃO CARCINOGENICO

Conforme definido nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), na Resolução CONAMA 420 (CONAMA, 2009), na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH (COMPAM, 2010), na Decisão de Diretoria nº 38 (CETESB, 2017), no RAGS (US.EPA, 1989a), no *Public Health Assessment Guidance Manual* (ATSDR, 2005), em estudos de ARSH o risco corresponde à probabilidade da ocorrência adicional de efeitos adversos à saúde em um ser humano exposto a uma ou mais substâncias químicas presentes em uma área contaminada por meio de um, ou mais, cenário(s) de exposição.

No contexto da avaliação de risco à saúde humana, quando a substância química possui efeitos carcinogênicos o risco é quantificado pela probabilidade de ocorrência de risco adicional.

Quando a substância química possui efeitos não carcinogênicos, o risco é qualificado pelo quociente entre a Dose de Exposição Teórica e um parâmetro que descreve sua toxicidade (Doses de Referência – RfD ou Nível de Risco Mínimo – MRL).

5.2 RISCO ADICIONAL

Conforme descrito pelo Ministério da Saúde (MS, 2010), “deve-se considerar que populações estão expostas a um ou mais contaminantes, por várias vias, durante anos ou décadas. Os efeitos tóxicos, portanto, podem aparecer com maior frequência nessas populações do que no resto dos indivíduos, configurando um risco adicional de adoecimento (...)”. Ainda segundo o Ministério da Saúde (MS, 2010) “(...) em muitos casos a população exposta tem baixa escolaridade, baixa renda, subemprego, condições precárias de saneamento, é acometida por múltiplas doenças infecciosas, subnutrição, doenças crônicas, entre outras. Nessas populações, a exposição a alguma substância química, ou múltiplas substâncias, se configura como um fator de risco adicional, agravando sua vulnerabilidade. Além disso, a resposta biológica nem sempre corresponde às descrições existentes na literatura.”

Considerando o RAGS (US.EPA, 1989a), *Public Health Assessment Guidance Manual* (ATSDR, 2005) e as diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), destaca-se que os projetos de Avaliação de Risco a Saúde Humana têm como premissa fundamental calcular o risco adicional

decorrente da exposição de uma comunidade receptora a uma contaminação. Essa avaliação é feita em cenários associados a uma área contaminada.

Caso sejam identificados riscos adicionais a saúde humana, as ações de saúde serão endereçadas conforme Seção 8.3 das Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010).

5.3 RISCO CUMULATIVO

Além do risco individual, também é calculado o risco teórico cumulativo ou simplesmente risco cumulativo, considerando a soma dos riscos por cenário de exposição e por compartimento do meio físico. No que diz respeito à efeitos não carcinogênicos, o risco cumulativo também leva em consideração os mecanismos de ação/*endpoints* (sistema nervoso, sistema sanguíneo, sistema gastrointestinal, órgãos específicos, entre outros) das substâncias químicas avaliadas.

Após a quantificação do risco individual para cada SQI avaliada, serão realizadas as seguintes etapas:

- Somatória de todos os riscos carcinogênicos de cada SQI por cenário de exposição válido;
- Somatória de todos os riscos carcinogênicos de cada cenário de exposição válido por compartimento de interesse do meio-físico;
- Somatória de todos os riscos não carcinogênicos de cada SQI por cenário de exposição válido, considerando a similaridade de efeitos adversos e mesmos órgãos afetados, conforme definido no perfil de toxicidade da SQI;
- Somatória de todos os riscos não carcinogênicos de cada cenário de exposição válido por compartimento de interesse do meio físico, considerando a similaridade de efeitos adversos e mesmos órgãos afetados, conforme definido no perfil de toxicidade da SQI.

5.4 ACREDITAÇÃO LABORATORIAL

Só serão aceitos para fins de Avaliação de Risco resultados analíticos laboratoriais de todas as amostras de matrizes executadas por laboratórios acreditados pela norma ABNT NBR ISO 17.025:2017.

A aquisição de amostras deverá ser realizada somente por empresas e laboratórios acreditados para esta finalidade pela norma ABNT NBR ISO 17.025:2017. Caso não haja empresas acreditadas no Brasil para uma matriz específica, esta poderá ser amostrada por empresa não acreditada desde que seja seguida a metodologia de amostragem descrita neste documento.

5.5 PADRÕES LEGAIS APLICÁVEIS

A seguir são apresentados os padrões legais a serem utilizados para cada matriz ambiental.

5.5.1 Solo Superficial

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a Área Alvo em estudo, ser utilizado o Valor de Investigação (VI) previsto no CONAMA 420, adequado ao uso do solo definido nos modelos conceituais da Área Alvo. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados no CONAMA 420, a última atualização dos *Regional Screening Levels (RSLs)*, desenvolvidos pela *United States Environmental Protection Agency (US.EPA)*, deverá ser utilizada. Tendo em vista que os VIs da CONAMA 420 e os valores de *RSL* da US EPA dependem do tipo de uso do solo na área em estudo (ex.: solo agrícola, solo residencial, solo industrial), o VI ou *RSL* selecionado para comparação deve ser adequadamente identificado, indicando o tipo de uso do solo adotado e justificativa.

5.5.2 Solo Subsuperficial

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a Área Alvo em estudo, ser utilizado o Valor de Investigação (VI) previsto no CONAMA 420, adequado ao uso do solo definido nos modelos conceituais de cada área alvo. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados no CONAMA 420, a última atualização dos *Regional Screening Levels (RSLs)*, desenvolvidos pela *United States Environmental Protection Agency (US.EPA)*, deverá ser utilizada. Tendo em vista que os VIs da CONAMA 420 e os valores de *RSL* da US EPA dependem do tipo de uso do solo na área em estudo (ex.: solo agrícola, solo residencial, solo industrial), o VI ou *RSL* selecionado para comparação deve ser adequadamente identificado, indicando o tipo de uso do solo adotado e justificativa.

5.5.3 Sedimento Superficial e Subsuperficial

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá ser utilizada a Resolução CONAMA nº 454, de 1º de novembro de 2012, a qual estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados na CONAMA nº 454, a última atualização do *Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance (US.EPA, 2018)* será utilizada.

5.5.4 Água Subterrânea

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá ser utilizada a Resolução CONAMA nº 396 de 2008 e CONAMA nº 420 de 2009, conforme o uso da água subterrânea definido nos modelos conceituais de cada área alvo. Caso a água subterrânea seja utilizada para consumo humano (ex.: proveniente de nascentes, poços cacimba) serão utilizados os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05 do Ministério da Saúde e suas atualizações.

5.5.5 Água de Abastecimento

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) serão utilizados os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05 do Ministério da Saúde e suas atualizações.

5.5.6 Água Superficial

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverão ser utilizados os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e suas atualizações.

5.5.7 Poeira Domiciliar

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a Área Alvo em estudo, ser utilizado o Valor de Investigação (VI) previsto no CONAMA 420, adequado ao uso do solo definido nos modelos conceituais de cada área alvo. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados no CONAMA 420, a última atualização dos *Regional Screening Levels* (RSLs), desenvolvidos pela *United States Environmental Protection Agency* (US.EPA) será utilizada. Tendo em vista que os VIs da CONAMA 420 e os valores de RSL da US EPA dependem do tipo de uso do solo na área em estudo (ex.: solo agrícola, solo residencial, solo industrial), o VI ou RSL selecionado para comparação deve ser adequadamente identificado, indicando o tipo de uso do solo adotado e justificativa.

A poeira domiciliar considerada nos Estudos de ARSH segue a definição apresentada no *Exposure Factor Handbook* (US.EPA, 2017), sendo as partículas encontradas no interior de edificações que foram assentadas em objetos, superfícies, carpetes e no chão, incluindo partículas de solo trazidas nos sapatos e roupas de pessoas que vieram das áreas externas ou que foram transportadas pelo vento para o interior das casas. Desta forma, é intuitivo considerar que parte considerável da poeira domiciliar tenha origem do solo superficial ao redor da residência, porém, isto não exclui a possibilidade de outras fontes internas e mesmo externas participarem na formação da poeira domiciliar.

BO *et al.* (2017) lista como possíveis fontes de material particulado dentro das residências as atividades de fumar, cozinhar, sistemas de aquecimento, entre outras, já fontes externas além da dinâmica externa agindo sobre o solo superficial seriam a queima de combustíveis ou matéria orgânica e processos industriais. Estas diferentes fontes de poeira podem explicar possíveis diferenças encontradas entre as análises químicas realizadas no solo externo à residência e as análises de poeira domiciliar.

5.5.8 Alimentos de Origem Animal e Vegetal

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a área alvo, ser utilizado a RDC nº 42/2013 da Anvisa. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados na RDC nº 42/2013, serão utilizados os valores definidos pelo *Codex Alimentarius*.

5.6 EQUIPES TÉCNICAS

A equipe de responsáveis técnicos será montada com base nas orientações constantes na Seção 1.3 das Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010). Abaixo é apresentada a estrutura de equipe proposta para a execução dos Estudos de Avaliação de Risco para o Setor de Saúde:

- Especialista em Avaliação de Risco a Saúde Humana;
- Especialista em Saúde Pública (comunicação e educação em saúde);
- Geólogo;
- Biólogo;
- Engenheiro Ambiental, Civil, Agrônomo, Químico ou Florestal;
- Estatístico.
- Médico, Farmacêutico, Biomédico Especialista em Toxicologia Humana.

A execução dos Estudos de ARSH será acompanhada por profissionais de saúde ligados às Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. Estes profissionais estarão presentes nas reuniões previstas no projeto (iniciais e devolutivas) e nas etapas de coleta de dados primários em campo. A solicitação para este acompanhamento será formalmente realizada pela pelo Comitê Gestor Pró-Brumadinho (<https://www.mg.gov.br/conteudo/pro-brumadinho>), a partir de convite escrito com previsão de data de início e término do referido acompanhamento, sendo que ficará a cargo das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, indicarem os profissionais que farão esse acompanhamento.

6 EXCLUSÕES E LIMITAÇÕES

Esta seção apresenta os itens considerados ou não nos Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana a serem desenvolvidos para a Bacia do Rio Paraopeba.

Itens fora do escopo:

- [1] Os estudos de ARSH no âmbito da saúde pública não consideram a caracterização do nexo de causa associado a valores resultantes da avaliação de risco à saúde humana (nexo de causa entre exposição e doença) para as diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010). Sendo assim, não serão avaliados os nexos causais relacionados a correlações de agravos de saúde e a efeitos adversos a saúde humana causados teoricamente por uma exposição de um receptor humano à uma substância química de interesse;
- [2] Os estudos de ARSH no âmbito da saúde pública a serem desenvolvidos utilizando as diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) não permitem a utilização de modelos matemáticos de transporte e transferência de massa intra-meios ou inter-meios para definição de concentrações em pontos de exposição humana;
- [3] Os estudos de ARSH no âmbito da saúde pública não contemplam a elaboração de estudos epidemiológicos, estudos toxicológicos ou segmentação populacional para fins de saúde pública.

Itens do escopo:

- [1] Os estudos de ARSH no âmbito da saúde pública consideram a avaliação da ocorrência de substâncias químicas de interesse na área estudada e sua relação (nexo de causalidade) com o rompimento da barragem B-I. Essa avaliação inclui o levantamento dos níveis de concentrações basais na área estudada, comparação com concentrações em localidades de referência e avaliação da distribuição espacial das concentrações;
- [2] Os estudos de ARSH no âmbito da saúde pública consideram o conceito de Risco Adicional para estudos de Avaliação de Risco com base no Protocolo do Ministério da Saúde (MS, 2010).

7 FONTES PRIMÁRIAS POTENCIAIS LIGADAS AO ROMPIMENTO

O “Plano Integrado de Gerenciamento de Rejeitos e Resíduos Carreados pelo Rompimento da Barragem B-I” tem o objetivo de estabelecer os procedimentos e critérios técnicos a serem adotados no manejo dos rejeitos e gestão dos resíduos e rejeitos provenientes das escavações na “zona quente”, localizada na bacia do Ribeirão Ferro-Carvão.

No documento citado acima a gestão de resíduos e rejeitos seguem as seguintes premissas:

- Deve atender aos requisitos legais aplicáveis, consonante com a Política Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos, principalmente no que se refere às condições de destinação final;
- Os rejeitos advindos da ruptura foram caracterizados e classificados como não perigosos, conforme Capítulo 4 do documento citado;
- Os resíduos com potencial de contaminação devem ser segregados na fonte geradora, ou seja, na “zona quente”, antes do envio para seus respectivos depósitos intermediários de resíduos (DIR’s).

Sendo que os principais resíduos encontrados na área de escavação “zona quente” são:

1. Resíduos diversos, como madeira, dormentes;
2. Rejeito contaminado com óleos, graxas e/ou combustíveis;
3. Resíduos da construção civil;
4. Tambores, bombonas e tanques;
5. Veículos leves, sendo estas caminhonetes, veículos pequenos, ônibus, vans, ambulâncias;
6. Veículos pesados, como caminhões, carretas, foras de estrada, guindastes
7. Máquinas (trator, retroescavadeira, motoniveladora etc.);
8. Equipamentos, como locomotivas, transformadores, cilindros, GPL, caçamba, perfuratrizes, plataformas elevatórias, cilindros hidráulicos, containers, inversores e máquinas de solda, painéis elétricos, bombas hidráulicas, baterias, empilhadeiras de cargas, pneus inservíveis, entre outros.

A localização destes resíduos, não relacionados ao rejeito de minério de ferro que estava presente na barragem B-I da Mina Córrego do Feijão antes de seu rompimento são classificados como “Fontes Primárias Potenciais Ligadas ao Rompimento”. Sendo assim, serão mapeadas a partir dos dados secundário gerados no Plano Integrado de Gerenciamento de Rejeitos e Resíduos Carreados pelo Rompimento da Barragem B-I, e serão integradas ao Modelo Conceitual para Saúde Pública (MCA_{MS}).

Uma vez executado o descrito no item 6.6 (Gestão e Manejo dos Resíduos com Potencial de Contaminação) do Plano Integrado de Gerenciamento de Rejeitos e Resíduos, os dados gerados serão incorporados aos estudos de ARSH e será desenvolvido um *Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente* específico para estas regiões.

As “fontes primárias potenciais ligadas ao rompimento” serão identificadas, qualificadas e listadas no modelo conceituais MCA_{MS}. Neste caso estas fontes também serão investigadas a partir do plano de amostragem definido no *Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente*. Sendo assim não haverá necessidade de desenvolvimento de um *Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente* específico para estas fontes primárias.

Em alguns casos, em função do avanço da escavação, remoção e destinação dos rejeitos oriundos do rompimento da barragem B-I, estas fontes primárias ainda não foram identificadas, qualificadas e removidas. Já que muitas delas estão soterradas e o processo de escavação irá expô-las para posterior investigação. Neste caso, se o projeto estiver adiantado no momento da descoberta destas fontes primárias, será desenvolvido um *Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente* específico para estas fontes primárias. Os resultados da execução deste plano serão consolidados e inseridos no estudo de ARSH.

Neste contexto as “Fontes Primárias Potenciais Ligadas ao Rompimento” identificadas e avaliadas pelo Plano Integrado de Gerenciamento de Rejeitos e Resíduos, passarão a fazer parte dos Estudos de Avaliação de Risco.

8 ÁREAS ALVO (AA_{MS})

As alterações ambientais causadas pelo rompimento da barragem B-I têm escala regional, atingindo cerca de 320 km de cursos d'água, em Minas Gerais. Adicionalmente, as características naturais do ambiente mudam significativamente ao longo da região de impacto.

Sendo assim, é necessária uma segmentação física preliminar com base em dados referentes à geologia, topografia, pedologia, hidrografia, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, dados populacionais e dos ecossistemas que possuem características distintas ao longo da bacia do rio Paraopeba. Considerando estas diferenças, torna-se necessária a segmentação da área de estudo em unidades com características físicas, populacionais, de ecossistemas e de alterações ambientais semelhantes, definidas preliminarmente.

As Áreas Alvo de Meio Ambiente (AA_{MS}) são representações espaciais delimitadas por bacias de contribuição hídrica que possuam características similares quanto aos atributos físicos, e do uso e ocupação dada ao solo, populações potencialmente expostas.

A determinação preliminar das AA_{MS} se dará considerando as seguintes camadas de informação:

1. Limites das macro regiões de interesse;
2. Limites das micro regiões de interesse;
3. Dados sobre uso e ocupação do solo, das características populacionais;
4. Sobreposição dos impactos ambientais.

A definição de macro regiões de interesse será realizada a partir da análise de dados regionais relacionados à Bacia do Rio Paraopeba. Nesta etapa serão identificados os limites espaciais das macrobacias de contribuição da Bacia do Rio Paraopeba. Para tanto serão avaliados os seguintes aspectos quando disponíveis: morfologia, geologia, pedologia, hidrogeologia, hidrologia e vegetação.

O produto desta etapa será o mapeamento, em escala regional, das macro regiões de interesse definidas em função dos aspectos anteriormente citados. Seu perímetro externo será definido pelo divisor hidrográfico de uma ou mais macrobacias.

A definição de micro regiões de interesse será realizada a partir da interpretação de aerofotos em escala de 1:10.000, quando disponíveis, imagens de satélite, lidar (*light detection and ranging*), aerolevantamentos por drones, mapas planimétricos, mapas planialtimétricos e demais levantamentos de detalhe (desde que validados) serão utilizados.

Nesta etapa serão identificadas as micro regiões de interesse (em escala local) dentro de cada macro região de interesse, definida na etapa anterior. Para tanto, serão considerados os mesmos aspectos do meio físico levantados na etapa anterior, desde que a escala seja ajustada para esta etapa, adicionando os seguintes conjuntos de dados: geoquímica, pedologia, hidroquímica e hidrogeoquímica, desde que disponíveis e que estes justifiquem a divisão de áreas com características distintas.

O produto desta etapa deverá ser o mapeamento em escala local das micro regiões de interesse definidas em função da maior quantidade de aspectos citados no parágrafo anterior. Seu perímetro externo será definido pelo divisor hidrográfico da microbacia e o divisor interno pelo contato entre duas, ou mais, micro unidades.

A sobreposição dos mapas de uso e ocupação do solo, de informações quanto as características populacionais será realizada para cada micro região de interesse identificada na etapa anterior. Sendo assim, deverão ser distribuídas espacialmente em mapas específicos, as seguintes características de uso e ocupação do solo:

- Tipo de uso (residencial rural, residencial urbano, industrial, comercial, agrícola, área de preservação permanente, recreação, entre outros identificados);
- Tipo de uso (residencial rural, residencial urbano, industrial, comercial, agrícola, área de preservação permanente, recreação, entre outros identificados);
- Densidade da ocupação e populacional;
- Características físicas;
- Dinâmica de uso;
- Características do uso agrícola, quando pertinente;
- Características do uso agropecuário, quando pertinente;
- Comunidades especiais (povos indígenas, comunidades quilombolas, entre outros);
- Receptores sensíveis (rios, córregos, pontos de abastecimento público, hospitais, escolas, creches, entre outros).

O produto desta etapa será a distribuição em escala local do uso e ocupação do solo aplicado as micro regiões de interesse.

A sobreposição dos impactos ambientais causado pelo rompimento da barragem de B-I será realizada para cada micro região de interesse associada ao uso e ocupação do solo, conforme etapa anterior. Sendo assim, deverão ser distribuídas espacialmente em mapa as seguintes informações:

- Regiões intracalha e extracalha diretamente afetadas pela passagem do rejeito proveniente do rompimento;
- Mapeamento de bancos de deposição de rejeitos intracalha;
- Manchas de inundação;
- Resultados dos programas de monitoramento atualmente desenvolvidos para acompanhar os impactos associados ao rompimento;
- Resultados do monitoramento de qualidade de águas superficiais realizados pelo IGAM na bacia do rio Paraopeba;
- Resultados e interpretações de estudos acadêmicos e projetos técnicos de caracterização ambiental desenvolvidos para Bacia do Rio Paraopeba antes e após o rompimento.

Após esta última etapa de sobreposição, serão identificados os compartimentos do meio físico e compartimentos ambientais a serem avaliados, bem como o perímetro de ocorrência destas alterações.

O produto desta etapa deverá ser a distribuição em escala local dos usos e ocupação e dos impactos ambientais causados pelo rompimento da barragem de B-I nas micro regiões de interesse previamente mapeadas.

Uma vez definidas as micro regiões de interesse, a partir de informações regionais do meio físico, estando esta base associada às características de uso e ocupação do solo, características locais das populações e das alterações ambientais causadas pelo rompimento, serão definidos os perímetros individuais de cada Área Alvo de Meio Ambiente (AA_{MS}).

Serão segmentadas preliminarmente todas as Áreas Alvo de Meio Ambiente (AA_{MS}) visando o estabelecimento de uma região preliminar de estudo. A definição de preliminar de AA_{MS} deverá estar alinhada com critérios para definição de regiões de estudo conforme as diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010). As AA_{MS} preliminares não servirão como limitante para a etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde*, ou seja, os limites da Área Alvo previamente definidos poderão ser redefinidos em função deste levantamento conforme descrito no item *Reavaliação da Área Alvo em Função das Preocupações da População*.

9 AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA (SAÚDE PÚBLICA)

A ARSH tem por objetivo caracterizar os riscos saúde humana relacionados à potencial exposição às substâncias químicas de interesse identificadas em uma Área Alvo (AA_{MS}) em estudo e, a partir dessa caracterização, auxiliar a tomada de decisão quanto à necessidade de implementação de medidas de intervenção para reabilitação do meio ambiente e monitoramento ambiental. Os riscos a serem caracterizados na ARSH são aqueles relacionados à potencial exposição seres humanos às Substâncias Químicas de Interesse (SQI) associadas ao rompimento da barragem B I.

Serão quantificados apenas os riscos associados às substâncias químicas de interesse que estiveram localizadas em pontos de amostragem em Unidades de Exposição do tipo RED (Região de Exposição Direta) e REI (Região de Exposição Indireta). Este procedimento garante que sejam quantificados os riscos para concentrações obtidas em pontos de amostragem dentro de uma área impacta, ou seja, fora da região de *background*. Sendo assim, não serão calculados riscos à saúde humana para a RNE (Região de Não Exposição) associado aos níveis basais locais (*background*), entretanto, sempre que esta situação ocorrer constará um item no relatório de Avaliação de Risco indicando a necessidade que este cálculo seja feito por força das metodologias utilizadas como base do os estudos de ARSH e pela responsabilidade profissional que cai sobre a equipe técnica que desenvolverá a etapa de avaliação dos riscos.

Conforme descrito pelo Ministério da Saúde (MS, 2010), deve-se considerar que populações estão expostas a um ou mais contaminantes, por várias vias, durante anos ou décadas. Os efeitos tóxicos, portanto, podem aparecer com maior frequência nessas populações do que no resto dos indivíduos, configurando um risco adicional de adoecimento. Sendo assim, será calculado o risco para efeitos aditivos, que são consequentes da exposição a duas ou mais substâncias, as quais atuam conjuntamente, mas não interagem, sendo geralmente o efeito total a soma simples dos efeitos decorrentes da exposição separada às substâncias sob as mesmas condições.

9.1 LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO DO LOCAL

Esta seção corresponde à primeira etapa das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH, capítulo “3 - Levantamento e Avaliação da Informação do Local”.

Este levantamento será realizado utilizando dados secundários obtidos em estudos e projetos previamente desenvolvidos para a Bacia do Rio Paraopeba, de modo a identificar as rotas de exposição aplicáveis. As informações levantadas por essa etapa serão utilizadas, em conjunto com as preocupações da comunidade com sua saúde, para a definição do Modelo Conceitual para

Saúde Humana (MCA_{MS}). O modelo conceitual MCA_{MS} documentará todas as informações relativas à como os potenciais receptores humanos identificados na Área Alvo (AA_{MS}) em estudo, os quais podem estar em contato com as substâncias químicas de interesse (SQI) a serem identificadas nessa área.

Em projetos de Avaliação de Risco a Saúde Humana o desenvolvimento do MCA_{MS} é fundamental para definir os cenários de exposição que venham a ocorrer na área em estudo, bem como definir claramente as fontes secundárias de contaminação, compartimentos de interesse no meio físico, substâncias químicas de interesse, rotas de exposição, vias de ingresso e receptores potenciais. Sendo assim o MCA_{MS} será a base conceitual para o cálculo das Doses de Exposição em estudos desta natureza.

Todas as informações serão avaliadas segundo a sua fidedignidade, considerando as fontes de informação utilizadas, metodologia e validade estatística (desenvolvida por especialistas em estatística).

Ao final do *Levantamento e Avaliação da Informação do Local* será realizada visita técnica a área alvo em estudo com o intuito de georreferenciar e buscar informações sobre os acessos aos locais com alteração ambiental, populações sob risco, atividades rurais e indústrias, existência de comércio, hospitais, creches, escolas, sendo esta uma descrição visual detalhada preliminar da Área Alvo em estudo.

9.1.1 Antecedentes

Consiste em um levantamento detalhado do histórico da região, dados geográficos, informações sobre a organização político-administrativa, a descrição do local impactado, incluindo os aspectos operacionais da atividade desenvolvida no local, históricos e procedimentos reguladores, conforme item 3.1 das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010). Dentre os principais grupos de informações que serão levantadas estão:

- Histórico da Região Impactada;
- Dados Geográficos;
- Organização Político-Administrativa;
- Descrição da região impactada;
- Revisão dos dados ambientais disponíveis;
- Definição dos parâmetros para modelamento matemático;
- Definição da necessidade de dados de níveis de concentrações basais.

9.1.2 Aspectos Demográficos

Consiste na caracterização das populações potencialmente expostas na Área Alvo em estudo e das suas imediações. O objetivo será a determinação do tamanho e as características das populações que tem maiores probabilidades de no passado, no presente e, ainda, no futuro, estarem expostas aos contaminantes associados ao rompimento da barragem, conforme item 3.2 das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010). Dentre os principais grupos de informações que serão levantadas estão:

- Identificação preliminar dos pontos de exposição;
- Identificação preliminar dos receptores humanos;
- Identificação preliminar dos cenários de exposição.

9.1.3 Uso do Solo e Informação sobre o Uso de Recursos Naturais

Será realizado o levantamento detalhado do Uso e Ocupação do Solo na Área Alvo a ser avaliada. A definição de Uso e Ocupação do Solo irá contemplar todas as características que possam tipificar as populações potencialmente expostas presentes em toda a extensão da região impactada pelo rompimento da barragem, conforme item 3.3 das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010). Dentre os principais grupos de informações que serão levantadas estão:

- Tipo de ocupação (residencial urbana ou rural, comercial, industrial, agrícola extensiva ou de subsistência, pecuária, pesca, área de preservação permanente, recreação, entre outros);
- Densidade da ocupação;
- Extensão da ocupação;
- Populações específicas como populações indígenas, quilombolas, entre outras;
- Receptores ambientais (ex.: rios, córregos) e humanos (ex.: hospitais, creches) sensíveis;
- Dinâmica de uso como tipo de atividade agrícola (ex.: cacaueteira, cana de açúcar, café), tipo de indústrias identificadas, entre outras.

Neste momento também serão levantados dados secundários demográficos que possam servir de base para a caracterização destas populações, os quais podem ser obtidos em estudos acadêmicos, estudos de impacto ambiental (EIA/RIMA), dados disponíveis em prefeituras municipais, órgãos de saúde municipais, estaduais e federais, órgãos ambientais estaduais, IBAMA, IBGE, entre outros.

9.1.4 Contaminação Ambiental

Consiste no levantamento das substâncias químicas e suas concentrações identificadas em cada matriz ambiental da Área Alvo em estudo. Serão considerados resultados analíticos de estudos anteriores disponíveis. Serão considerados ainda os estudos realizados para diagnóstico ambiental do impacto causado pelo rompimento (ex.: Estudo de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos; Planos de Monitoramento), bem como de fontes oficiais (CPRM, IGAM) e trabalhos acadêmicos e artigos científicos, conforme item 3.4 das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010).

9.1.5 Informações sobre Rotas Ambientais

Consiste, inicialmente, na análise dos dados e informações disponíveis, em projetos, trabalhos acadêmicos, bancos de dados, entre outras fontes, que tenham sido desenvolvidos para toda a região impactada pelo rompimento da barragem, conforme item 3.5 das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010). Dentre os principais grupos de informações que serão levantadas estão:

- Fisiografia;
- Geologia;
- Geoquímica;
- Hidrogeologia;
- Hidrogeoquímica;
- Hidrologia;
- Hidroquímica;
- Pedologia;
- Uso e Ocupação do Solo.

9.1.6 Dados sobre Efeitos na Saúde

Consiste na identificação de informações sobre possíveis efeitos na saúde pertinentes à Área Alvo que está sendo avaliada. Serão consultadas as principais fontes de informação sobre os efeitos na saúde como a secretaria de saúde do Estado de Minas Gerais, secretarias de saúde dos municípios atingidos pelo rompimento da barragem, e os postos de saúde locais conforme item 3.6 das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010).

Além do levantamento descrito acima, serão utilizados bancos de dados sobre saúde de instituições privadas e públicas (municipais, estaduais e federais). Todos os bancos de dados sobre efeitos na saúde e informação utilizados nas avaliações de saúde serão assinalados neste item, incluindo o banco de dados do Sistema Único de Saúde – SUS (<http://tabnet.datasus.gov.br/tabnet/tabnet.htm>).

9.2 LEVANTAMENTO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM SUA SAÚDE

O procedimento de identificação das preocupações da comunidade estabelecido nos Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana a serem desenvolvidos para a Bacia do Rio Paraopeba, que será a base do desenvolvimento do Modelo Conceitual para Saúde Humana (MCA_{MS}), seguem as determinações da Seção 4 – “*Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde*” das Diretrizes do MS (2010), considerando adicionalmente as determinações do “*Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*” da *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR, 2005, pp. 4-13, 4-16, 4-22, 4-23).

Ambos os documentos (Diretrizes do MS e ATSDR) consideram a identificação das preocupações da comunidade um ponto chave e uma das principais seções de uma ARSH. As Diretrizes do MS enfatizam que esta etapa “irá subsidiar a etapa da avaliação denominada implicações para saúde pública, além de nortear a maneira de comunicar o risco às populações expostas” (Diretrizes do MS, p. 14).

O *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* possuirá as seguintes etapas:

- Engajamento das Partes Interessadas;
- Mapeamento das Partes Interessadas;
- Reuniões de Levantamento das Preocupações da Comunidade;
- Descrição e Classificação das Preocupações da Comunidade;
- Reavaliação das Áreas Alvo em Função das Preocupações da População.

Nos Estudos de ARSH não há possibilidade de finalização do Modelo Conceitual para Saúde Humana (MCA_{MS}) antes da realização do levantamento das preocupações da comunidade com a saúde conforme item 4 das Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010).

9.2.1 Engajamento das Partes Interessadas

Conforme descrito na Seção 3 “*Public, Stakeholder and Community Involvement*” do documento “*Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making*” da US.EPA (2014) o objetivo geral do envolvimento das partes interessadas é oferecer oportunidades para que possam contribuir ao longo de todo o processo de tomada de decisão”.

O desenvolvimento do processo de engajamento das partes interessadas levará em consideração os pontos chave indicados no *Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making* (US.EPA, 2014), sendo eles: “[1] Quais são as oportunidades de participação pública, incluindo indivíduos, comunidades e órgãos governamentais? [2] Quem são as partes interessadas ou grupos comunitários? [3] Quais os tipos de produtos de comunicação

que serão necessários? [4] Quais mecanismos de envolvimento serão mais eficazes para o engajamento da comunidade e do governo?”.

Durante este processo de engajamento, a equipe responsável pelos Estudos de ARSH seguirá todas as recomendações descritas nas Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) em relação ao contato com as partes interessadas e, principalmente, com as comunidades: “Desde a etapa preparatória até a divulgação das informações à comunidade, os preceitos éticos devem permear todas as discussões, lembrando sempre que se está lidando com pessoas que não devem ser consideradas como objeto e sim como sujeito das ações” (p. 15, Diretrizes do MS).

9.2.2 Mapeamento das Partes Interessadas

Nesta etapa serão mapeadas todas as partes interessadas relacionadas à Área Alvo em estudo. Este mapeamento incluirá, mas não se limitará, a: Comitê Gestor Pró Brumadinho, Equipe executora dos estudos de ARSH, comunidade das Áreas Alvo³ e seus representantes, Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, Meio Ambiente, e Assessorias Técnicas Independentes. O mapeamento das partes interessadas irá nortear a adequação dos materiais de comunicação dos Estudos de ARSH, adequando-os a cada público-alvo identificado.

Após a realização do mapeamento, será encaminhado um ofício às Secretarias Estaduais de Saúde e Meio Ambiente, informando sobre o início da execução dos Estudos de ARSH na Área Alvo a ser avaliada.

Com a formalização do início das atividades, será dado início a uma série de reuniões que visam ao engajamento e envolvimento de todas as partes interessadas. Todas as reuniões descritas neste documento convergem para a realização de uma Reunião Geral com participação efetiva da comunidade. Conforme descrito na Seção 9.2.1, o objetivo do engajamento da comunidade é garantir a oportunidade de participação no estudo, entretanto, é importante salientar que a participação dos membros das comunidades nas reuniões é facultativa.

O processo de engajamento e comunicação com as partes interessadas é essencial para o sucesso da execução dos Estudos de ARSH. Este processo é contínuo, iniciando-se no início do estudo e seguindo etapas subsequentes do projeto. Desta maneira, e seguindo as recomendações das Diretrizes do MS, diversas etapas de reuniões acontecerão ao longo da execução dos Estudos de ARSH.

³ De acordo com a Seção 4 das Diretrizes do MS (2010) “a comunidade associada a um local de risco pode ser definida como a população que vive nas suas vizinhanças e todas as pessoas que podem proporcionar ou disseminar informação pertinente sobre o local durante o processo de avaliação de saúde, além de pessoas que estiveram ou estão vinculadas com o problema. A comunidade envolvida pode incluir residente individual que vive nas proximidades ou grupos organizados da comunidade e seus representantes”.

Ao final das etapas de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com a Saúde, Investigação Detalhada para Saúde Humana e Implicações na Saúde Pública*, estão previstas reuniões devolutivas à comunidade, cujo conteúdo está descrito no subitem 9.2.8.

9.2.3 Reuniões de Levantamento de Preocupações

Os itens a seguir descrevem as reuniões iniciais, as quais representam a etapa preparatória do levantamento das preocupações da comunidade, conforme descrito nas seções 4.1, 4.2 e 4.3 das Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010).

9.2.3.1 Etapa Preparatória

[1] Reunião preparatória para entrada na Área Alvo: Reunião voltada a explicar os Estudos de ARSH as equipes técnicas das diferentes partes envolvidas na execução dos estudos de ARSH, apresentar o andamento dos estudos ao longo da Bacia do Rio Paraopeba, e identificar os representantes do poder público municipal (prefeitos, secretários de saúde, meio ambiente, assistência social, entre outras secretarias) das Área Alvo a serem estudadas, bem como iniciar a identificação de representantes e líderes comunitários previamente identificados para as comunidades/populações atingidas ou potencialmente atingidas. Realizada antes de qualquer contato com membros da comunidade.

Serão envolvidos as equipes técnicas das diferentes partes envolvidas na execução dos estudos de ARSH.

Na *Reunião Preparatória para Entrada na Área Alvo* serão discutidas as estratégias de contato com os municípios e apresentar o interlocutor da equipe de ARSH responsável pela comunicação com a comunidade.

[2] Reunião com agentes do poder público da Área Alvo: Reunião voltada para estabelecer o primeiro contato com o poder executivo local, a ser desenvolvida com todos os representantes do poder público municipal previamente identificados na *Reunião preparatória para entrada na Área Alvo*. Deve ser realizada preferencialmente por meio de vídeo conferência, antes da Reunião com Representantes e Líderes Comunitários (Nível 1). Possui objetivo de gerar engajamento dos representantes do poder executivo municipal (prefeitos, secretários de saúde, meio ambiente, assistência social, entre outras secretarias) aos Estudos de ARSH por meio da apresentação das metodologias a serem aplicadas para sua execução e do andamento dos estudos em outros municípios, validar as comunidades e populações atingidas ou potencialmente atingidas localizadas no município relacionado a Área Alvo em estudo, identificar líderes e representantes que participaram da *Reunião com Representantes e Líderes Comunitários* (Nível 1), e iniciar o *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* pela ótica do poder executivo municipal.

Serão envolvidas as Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente, Secretarias Estaduais de Saúde e Meio Ambiente, Comitê Gestor Pró-Brumadinho, Assessorias Técnicas Independentes (ATI) do município em estudo e equipe da empresa responsável técnica pela execução dos estudos.

O item seguinte descreve a segunda etapa de reuniões, a qual representa a etapa de visita ao local (Área Alvo), conforme descrito na seção 4.2 das Diretrizes do MS.

9.2.3.2 Visita ao local

[3] Reunião com Representantes e Líderes Comunitários (Nível 1): Reunião voltada para estabelecer o primeiro contato com a comunidade local, a ser desenvolvida com todos os representantes e líderes comunitários previamente identificados para as comunidades/populações atingidas ou potencialmente atingidas ao longo da Bacia do Rio Paraopeba. Deve ser realizada preferencialmente por meio de vídeo conferência, antes da Reunião Geral com a Comunidade (Nível 2). Possui objetivo de gerar engajamento dos representantes comunitários aos Estudos de ARSH por meio da apresentação das metodologias a serem aplicadas para sua execução e do andamento dos estudos em outros municípios, identificar os indivíduos e grupos familiares que serão convidados para reunião 4 (Reunião Geral com a Comunidade), identificar possíveis locais e estrutura disponível a ser utilizada para realização da reunião 4 (Reunião Geral com a Comunidade), e continuar o *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* pela ótica do representante comunitário.

Serão envolvidos as Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente, Secretarias Estaduais de Saúde e Meio Ambiente, Comitê Gestor Pró-Brumadinho, Assessorias Técnicas Independentes (ATI) do município em estudo, equipe da empresa responsável técnica pela execução dos estudos, representantes e líderes das comunidades. Para que a Reunião de Nível 1 aconteça, se faz imprescindível a presença das Secretarias Municipais de Saúde e ao menos de uma representação estadual.

Na Reunião Nível 1 será discutida as possíveis datas para a realização da Reunião Nível 2 (Reunião Geral com a Comunidade).

[4] Reunião com Geral com a Comunidade (Nível 2): Reunião voltada para estabelecer o contato com a comunidade local, a ser desenvolvida com todas as comunidades/populações atingidas ou potencialmente atingidas ao longo da Bacia do Rio Paraopeba, para as quais foi previamente realizada a Reunião Nível 1 (Reunião com Representantes e Líderes Comunitários). Realizada presencialmente após a Reunião com Representantes e Líderes Comunitários (Nível 1), possui objetivo de apresentar resumidamente as metodologias a serem aplicadas para sua execução e o andamento dos estudos em outros municípios,

apresentar o interlocutor da equipe de ARSH responsável pela comunicação com a comunidade, continuar o *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* pela ótica da comunidade atingida, e agendar a aplicação, caso necessário, dos questionários junto às comunidades/populações atingidas. Neste momento também será apresentada a estrutura do *Questionário de Levantamento de Informações de Saúde e Dados Expositivos* (apêndice 04) e o *Termo de Consentimento Livre Esclarecido* (apêndice 03).

Serão envolvidas as Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente, Secretarias Estaduais de Saúde e Meio Ambiente, Comitê Gestor Pró-Brumadinho, Assessorias Técnicas Independentes (ATI) do município em estudo, equipe da empresa responsável técnica pela execução dos estudos, representantes e líderes das comunidades, indivíduos da comunidade em estudo. Somente após a execução da reunião de Nível 2 ou após o consentimento dos representantes da comunidade, será formalmente considerada a entrada na Área Alvo a ser avaliada.

Conforme descrito nas Diretrizes para Elaboração de Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana por Exposição a Contaminantes Químicos desenvolvida pelo Ministério da Saúde (MS, 2010), temos que:

“Durante a realização das visitas à área, pode-se perceber a necessidade de levantar informações junto à população, utilizando-se de instrumentos de investigação, tais como, formulários, questionários e entrevistas. A necessidade de uso desses instrumentos precisa ser bem avaliada, pois implica no desenho de um estudo de investigação que, para ser construído e validado, necessita da seleção da área, bem como da amostra da população e realização de um teste piloto. (MS. p16)”.

Sendo assim:

- Para identificação da necessidade de aplicação deste questionário será verificada durante as visitas à Área Alvo em estudo, não estando prevista a sua aplicação antes das referidas visitas.
- Para demonstrar a aderência ao mencionado nas diretrizes, será realizado um teste piloto para avaliação da aplicação dos questionários.
- Após a aplicação dos questionários, as respostas e informações serão sistematizadas, georreferenciadas e avaliadas estatisticamente com objetivo de identificar possíveis viesamentos. Caso sejam constatados viesamentos serão realizadas reuniões de grupos focais (apêndice 05) direcionadas para sanar estas constatações.

- O Comitê Gestor Pró Brumadinho comunicará antecipadamente a agenda de aplicação dos questionários, para que as secretarias municipais e estaduais de saúde, bem como Assessorias Técnicas Independentes possam acompanhar esta aplicação.

9.2.4 Descrição e Classificação das Preocupações da Comunidade

Essa etapa tem como objetivo responder à seguinte pergunta: as preocupações da comunidade podem ser respondidas dentro do escopo do estudo de ARSH?

Todas as preocupações da comunidade serão descritas no relatório do Estudo de ARSH da Área Alvo em estudo e comporão obrigatoriamente o Modelo Conceitual para Saúde Humana (MCA_{MS}) conforme orientação das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010).

Como o propósito de Avaliações de Risco à Saúde Humana é analisar “as implicações na saúde humana e as preocupações da comunidade pela exposição aos contaminantes de interesse identificados na área estudada” (p. 5, Diretrizes do MS), as preocupações da comunidade serão categorizadas em dois grupos distintos: 1) preocupações relacionadas à rotas de exposição válidas, como por exemplo preocupações quanto ao consumo de alimentos produzidos em solo com a presença rejeito e ao uso de rio atingido pelo rompimento; 2) preocupações não relacionadas à rotas de exposição válidas, como por exemplo preocupações relacionadas a ocorrências de doenças virais (sarampo, catapora, rubéola, etc).

As preocupações caracterizadas no grupo 1 (relacionadas a rotas de exposição válidas) serão incluídas nos modelos conceituais da Área Alvo e serão respondidas no relatório de ARSH com base nas conclusões da etapa de avaliação toxicológica. As preocupações caracterizadas no grupo 2 (não relacionadas a rotas de exposição válidas) serão listadas e para cada preocupação será apresentada uma justificativa com embasamento científico para sua caracterização como não relacionada à uma rota de exposição.

O objetivo deste agrupamento é trazer transparência à comunidade e informar a todos os envolvidos quais preocupações podem ser respondidas com base na informações já disponíveis para a Área Alvo em estudo (grupo 1), as quais serão ser respondidas pelo estudo de ARSH e que precisam ser endereçadas por outros estudos (grupo 2). As conclusões dessa etapa serão incluídas na etapa de devolutiva à comunidade.

9.2.5 Municípios Descontinuados

A Figura 1 apresenta os municípios que serão avaliados pela aplicação dos estudos de ARSH e ARE no contexto do rompimento da barragem I da Mina do Córrego do Feijão.

A definição dos municípios constantes na Figura 1 foi fruto de uma longa discussão mediada pelo Ministério Público de Minas Gerais, por meio da auditoria técnica realizada pela empresa AECOM, entre o Comitê Gestor Pró-Brumadinho, empresa responsável pela condução

dos Estudos de Avaliação de Risco, e os órgãos fiscalizadores, quer sejam a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas, a Secretaria Estadual de Saúde (SES), a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e Secretaria Estadual de Planejamento (SEPLAG) que coordena o Comitê Pró-Brumadinho. O consenso final engloba 29 municípios para a etapa inicial FASE I dos estudos de ARSH e ARE para definição dos limites de cada Área de Alvo, nas quais estes municípios possam estar inseridos.

Eventualmente, alguns municípios podem ser excluídos da lista de municipalidades *Levantamento e Avaliação da Informação do Local* que compõem as Áreas Alvo a serem avaliadas, sendo estes os que não obedecerem aos critérios listados abaixo:

1. Municípios que não possuem relação espacial com o Rio Paraopeba na região de passagem do rejeito e que não utilizam a água deste rio para qualquer finalidade recreacional, para consumo ou econômica.
2. Municípios que não foram comprovadamente impactados pela passagem da onda de rejeitos, cuja comunidade local não possui qualquer contato atual com estes rejeitos ou fontes secundárias associadas a ela.
3. Municípios que, após levantamento inicial de dados secundários na FASE I e elaboração do Modelo Conceitual para Saúde Pública (MCA_{MS}), não apresentaram nenhuma rota de exposição válida para ARSH e ARE.

A descontinuidade de um município dentro dos estudos não significa exclusão do mesmo sem respostas técnicas fundamentadas nos procedimentos adotados (ver seção 8.2.2.1). Estes municípios serão considerados descontinuados para o estudo, caso possível, somente depois da etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* conforme determinações da Seção 4 – “Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde” das Diretrizes do MS (2010).

Para estes municípios serão realizadas as seguintes reuniões:

1. Reunião preparatória para entrada na área alvo;
2. Reunião com agentes do poder público da área alvo;
3. Reuniões com representantes e líderes comunitários
4. Reuniões com a comunidade e seus representantes e líderes;

Para estes municípios não serão aplicados o *Questionário para Levantamento de Dados Comunitários e Parâmetros Expositivos*.

Ao final do processo de levantamento de preocupações da comunidade com saúde será realizada a *Descrição e Classificação das Preocupações da Comunidade* (item 7.2.4).

Para cada município descontinuado será gerado um relatório de FASE I, demonstrando os critérios que levaram a sua descontinuidade, bem como a descrição, classificação e endereçamento das preocupações da comunidade quanto a saúde.

Na Reunião Nível 2 (Reunião Geral) poderá ser identificada e existência de Rotas de Exposição associadas ao contato comunidades de municípios descontinuados com a região de impacto associado ao rompimento da barragem I da Mina do Córrego do Feijão. Neste caso, as preocupações deverão ser igualmente elencadas e discutidas/respondidas no relatório de Avaliação de Risco a Saúde Humana desenvolvido para a Área Alvo onde ocorrem as Rotas de Exposição supramencionadas.

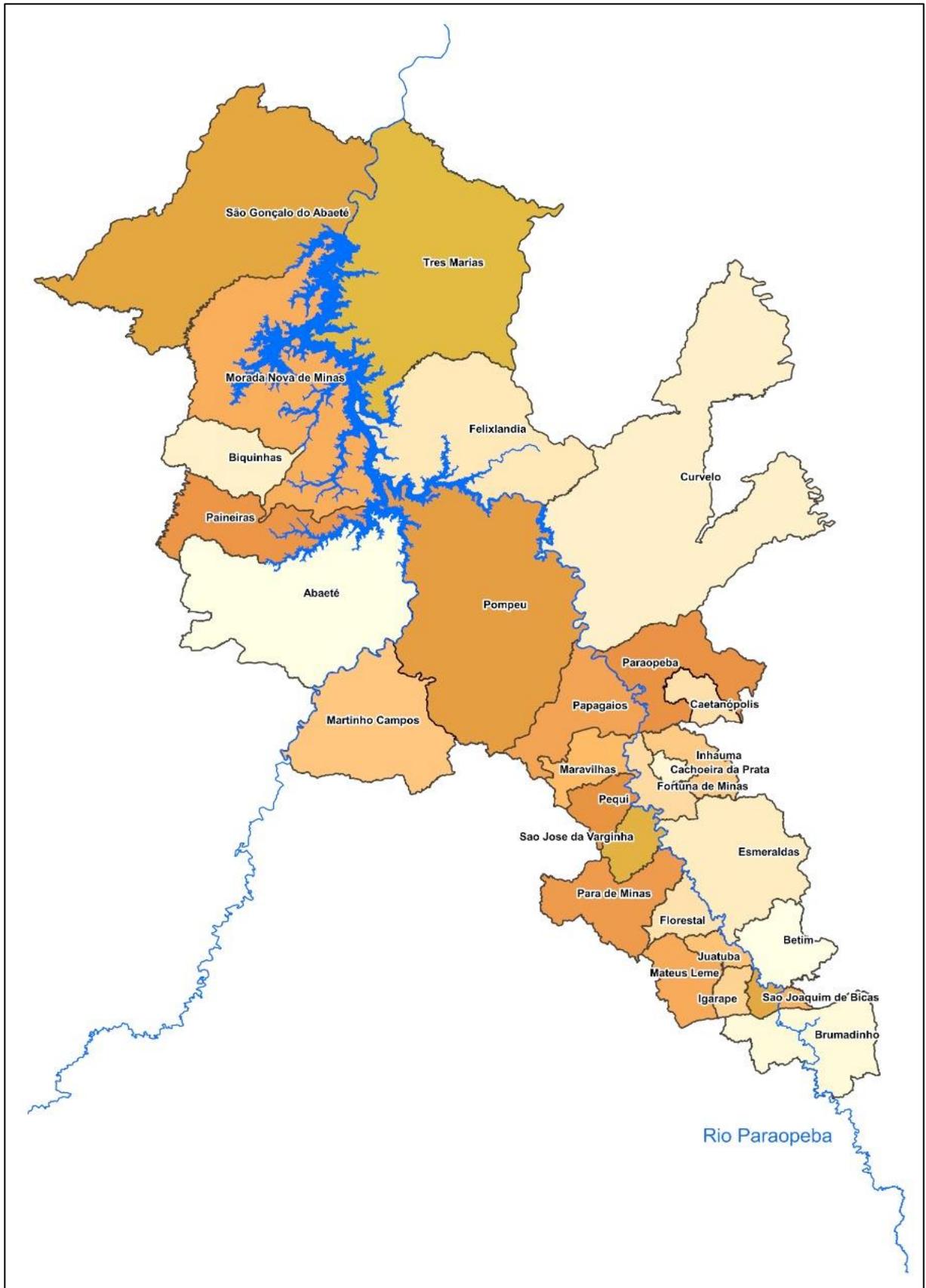


Figura 1 - Municípios de serão avaliados pela aplicação dos estudos de ARSH e ARE.

9.2.6 Reavaliação da Área Alvo em Função das Preocupações da População

Ao final da etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* os limites da Área Alvo serão reavaliados em função dos resultados da descrição e classificação das preocupações da comunidade, visando adequar a delimitação preliminar realizada na fase de pré-projeto (*Revisão Preliminar e Consolidação de Dados Regionais*) às expectativas identificadas junto às comunidades potencialmente expostas.

As seguintes informações serão consideradas:

- Preocupações da comunidade identificadas nas reuniões Nível 1, Nível 2, nos questionários e em eventuais reuniões de grupos focais, as quais não foram identificadas preliminarmente a partir da avaliação das alterações ambientais dos locais de contato com lama de rejeitos;
- Identificação de comunidades que possam estar expostas às alterações ambientais associadas ao rompimento da barragem B-I, mas que não foram contempladas nos limites preliminares da Área Alvo em estudo;
- Comunidades externas ao perímetro preliminar da Área Alvo em estudo que se deslocam até regiões onde existe depósitos de lama de rejeitos extracalha ou fazem uso das águas do rio Paraopeba.

Nos casos citados acima, uma nova delimitação da Área Alvo em estudo deverá ser realizada com o objetivo de incluir estas comunidades identificadas adicionalmente.

Na Reunião Nível 2 (Reunião com a Comunidade) poderá ser identificada e existência de Rotas de Exposição associadas ao contato de comunidades com a região de alterações causadas pelo rompimento da barragem B-I. Neste caso, as preocupações deverão ser igualmente elencadas e discutidas/respondidas pelo estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana desenvolvido para a Área Alvo onde ocorrem as Rotas de Exposição supramencionadas.

9.2.7 Modelo Conceitual para Saúde Humana (MCA_{MS})

O Modelo Conceitual para Saúde Humana (MCA_{MS}) será desenvolvido a partir das rotas de exposição estruturadas conforme Seção 6 das Diretrizes do MS, considerando o *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde*.

Os elementos que comporão as rotas de exposição validas do MCA_{MS} são apresentados a seguir:

- Fonte de contaminação: seguindo a Seção 6.1 das Diretrizes do MS;
- Compartimento ambiental: seguindo a Seção 6.2 das Diretrizes do MS;
- Ponto de exposição: seguindo a Seção 6.3 das Diretrizes do MS;

- Via de exposição: a ser identificada seguindo a Seção 6.4 das Diretrizes do MS;
- População receptora: seguindo a Seção 6.5 das Diretrizes do MS.

No caso de exposições que envolvam cenários associados à via de ingresso contato dérmico será considerado adicionalmente o “*Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R/99/005). PART E. Dermal Risk Assessment*”.

9.2.8 Socialização das Informações e Comunicação de Risco (Devolutivas)

As devolutivas à comunidade previstas nos Estudos de ARSH a serem desenvolvidos para a Bacia do Rio Paraopeba ocorreram ao longo de todo o projeto, considerando os seguintes marcos:

1. Devolutiva I – Realizada ao final da etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde*. Nesta ocasião serão apresentados os resultados do levantamento de preocupações de saúde, o MCA_{MS}, o conjunto de dados secundários validados na etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local*, e o *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, bem como o cronograma para cumprimento das etapas subsequentes.
2. Devolutiva II – Realizada ao final da etapa de *Investigação Detalhada para Saúde Humana*. Nesta ocasião serão apresentadas as tarefas executadas em campo para cumprimento do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, bem como o cronograma para cumprimento das etapas subsequentes.
3. Devolutiva III – Realizada ao final da etapa de *Implicações na Saúde Pública*. Nesta ocasião serão apresentados os resultados do Estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana desenvolvidos para a Área Alvo em estudo, as ações de saúde pública e meio ambiente que serão executadas para mitigação e monitoramento dos riscos identificados, bem como o cronograma para cumprimento destas ações.

Serão envolvidas Comitê Gestor Pró Brumadinho, Equipe executora dos estudos de ARSH, comunidade das Áreas Alvo e seus representantes, e Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, Meio Ambiente e Assessorias Técnicas Independentes.

As reuniões devolutivas representam parte da etapa de socialização das informações, conforme descrito na Seção 8.2.6 das Diretrizes do MS. Neste contexto, será garantido que as comunidades atingidas recebam as informações por escrito e em linguagem acessível.

Estas reuniões serão conduzidas por profissionais especializados em comunicação e saúde pública ligados à empresa que desenvolveu os Estudos de ARSH em alinhamento com as Secretarias estaduais e municipais de saúde.

Conforme descrito nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010. p.18), os desdobramentos relativos às recomendações e às conclusões dos Estudos de ARSH da atuação de uma série de instituições de governo, por isso há necessidade da formulação de programas de comunicação de risco, capacitação de profissionais do Sistema Único de Saúde (SUS) e definição das competências de atuação, sendo que estes estudos, por envolverem seres humanos, levam em consideração a perspectiva ética.

9.3 SELEÇÃO DOS CONTAMINANTES DE INTERESSE

O procedimento de *Seleção dos Contaminantes de Interesse* estabelecido nos Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana a serem desenvolvidos para a Bacia do Rio Paraopeba, segue as determinações da Seção 5 – “*Seleção dos Contaminantes de Interesse*” das Diretrizes do MS (2010).

Sendo assim, será apresentado o processo de seleção dos contaminantes de interesse para cada Área Alvo em estudo no âmbito da saúde pública, visando a avaliação posterior sobre seus efeitos potenciais à saúde. Os contaminantes são as substâncias químicas específicas identificadas na Área Alvo em estudo, sendo esta identificação um processo interativo baseado na análise das suas concentrações no meio físico e compartimentos ambientais estudados, na qualidade dos dados da amostragem ambiental e no potencial de exposição humana. É importante o levantamento, conforme diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010. Pp. 19-20), dos seguintes grupos de dados:

- Contaminação dentro e fora do local de risco;
- Concentrações dos contaminantes nos compartimentos ambientais;
- Níveis de concentração basal;
- Qualidade dos dados e das técnicas de amostragem ambiental;
- Guias de Avaliação dos Compartimentos Ambientais (EMEG);
- Preocupações da comunidade com sua saúde;
- Inventário de Emissões de Compostos Tóxicos;
- Perfis toxicológicos dos contaminantes de interesse.

9.3.1 Identificação de Contaminantes

O processo de Identificação de Contaminantes estabelecido nos Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana no âmbito da saúde pública a serem desenvolvidos para a Bacia do Rio Paraopeba, será realizado considerando as seguintes tarefas:

- Dimensionamento do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*;
- Execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*.

9.3.1.1 Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana

9.3.1.1.1 Dimensionamento

A premissa de elaboração do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana* é complementar à representatividade do conjunto de dados disponíveis para a Área Alvo em estudo, considerando as necessidades de representatividade de cada compartimento do meio físico e compartimento ambiental. A seleção dos pontos de coleta de amostras para cada compartimento terá como base o *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* (seção 9.2) e a avaliação estatística e geoestatística de representatividade realizada para os dados secundários obtidos no de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local* (seção 8.1). Os pontos de coleta de amostras selecionados para a complementação do conjunto de dados deverão ser identificados com nomenclatura única, em mapas, com as respectivas coordenadas geográficas, incluindo as informações mínimas para georreferenciamento (ex.: notação; zona UTM).

O *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana* será desenvolvido utilizando os seguintes critérios básicos:

1. Definição do primeiro grupo de pontos de amostragem com base nos resultados da etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* (seção 9.2), tendo como objetivo obter amostras enviesadas direcionadas para os pontos de exposição identificados nas reuniões de Nível 1 e Nível 2, bem como pela aplicação dos questionários;
2. Definição do segundo grupo de pontos de amostragem definidos com base no MCA_{MS}, tendo como objetivo estabelecer uma malha amostral representativa de toda a Área Alvo em estudo.

Está prevista uma estratégia de aquisição de dados apropriada para avaliação quantitativa e qualitativa do risco considerando as Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010). A definição da localização e quantidade de pontos deverá ser consistente e garantir a redução das incertezas associadas à avaliação do risco, redução de prazos de projeto, geração de menor impacto para as comunidades potencialmente expostas, e ser suficiente para o seu propósito.

Neste contexto, a primeira malha de amostragem a ser dimensionada terá como objetivo a geração de dados direcionados a auxiliar a responder as perguntas e preocupações de saúde das comunidades atingidas. Esta malha será dimensionada e executada logo após a finalização da aplicação do *Questionário de Levantamento de Informações de Saúde e Dados Expositivos* (apêndice 04) e realização da primeira reunião devolutiva com a comunidade em estudo. Também deverá obrigatoriamente ser apresentada e avaliada pelo Comitê Gestor Pró Brumadinho, SES-MG, FEAM-MG e Ministério Público de Minas Gerais.

A segunda malha de amostragem deverá ser fundamentada em métodos estatísticos e geoestatísticos para definição do número mínimo de amostras a serem coletadas e sua distribuição

espacial deverão considerados conforme descrito na seção 9.3.1.1.1.1, visando a definição de um grupo de dados primários adicionais aos dados secundários obtidos anteriormente que garantam a suficiência de informações para todos os compartimentos do meio físico e ambientais de interesse para a ARSH. A seção supra mencionado foi desenvolvida com base nos documentos: “*Methods for Evaluating Attainment of Cleanup Standards For Soils and Solid Media*” (US.EPA, 1989c); “*Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners*” (US.EPA, 2006).

Todos os dados secundários gerados em estudos anteriores serão utilizados após processo de validação para definição da representatividade estatística e geoestatística. Os dados considerados válidos serão utilizados para o dimensionamento do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*.

O *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana* poderá prever, com base no MCA_{MS}, testes de bioacumulação, biodisponibilidade, bioacessibilidade e especiação de Fe, MnCl₂, Mn(II)Cit, Mn(III)Cit, Mn(III)PPi, Mn(II), Mn(III), Cd livre (CdL), Cd(II), Pb(II), bem como análise de substâncias húmicas aquáticas (ácido húmico (AH) e ácido fúlvico (AF)). As amostras coletadas para execução dos testes supramencionados ficarão armazenadas adequadamente no laboratório aguardando os resultados analíticos laboratoriais. Somente para os pontos amostrados que apresentaram concentrações acima dos Padrões Legais Aplicáveis serão executados os testes supramencionados.

9.3.1.1.1.1 Avaliação de Suficiência Estatística para Dimensionamento da Malha Amostral

Como indicado no documento *Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part A)* desenvolvido pela USEPA em 1991, o cálculo do número de pontos para elaboração de plano de amostragem depende da variabilidade esperada para a matriz analisada bem como dos objetivos de performance estatísticos esperados. A fórmula indicada no Apêndice 01, no qual é detalhada a metodologia de estatística e geoestatística dos estudos de ARSH, é descrita da seguinte maneira:

$$n \geq \left[\frac{(Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2}{D^2} + 0.5 \cdot \frac{(Z_{1-\alpha})^2}{D^2} \right]$$

Para cálculo do número mínimo de amostras necessárias tem-se:

$$n = \left[\frac{(Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2}{D^2} + 0.5 \cdot \frac{(Z_{1-\alpha})^2}{D^2} \right]$$

Em que:

n = número de pontos necessário

$Z_{1-\alpha}$, $Z_{1-\beta}$ = valores da distribuição normal padrão para os erros “falso positivo” e “falso negativo”, respectivamente. O erro “falso positivo” ocorre ao afirmar, a partir de teste estatístico, que uma região não está contaminada quando de fato ela está. O valor adotado nas análises para esse erro (α) é 5%. O erro “falso negativo” ocorre ao se afirmar que uma região está contaminada quando de fato ela não está. Uma vez que esse tipo de erro para as análises considerando avaliação

de risco é um erro a favor da segurança, ou seja, ao ocorrer é fornecida uma abordagem mais conservadora seu valor adotado é de β 20%.

D= quociente entre a resolução de detecção (ou diferença relativa detectável mínima) especificada, simbolizada por Δ , e o coeficiente de variação do esperado para a matriz (CV). Dessa forma, $D= \Delta/CV$

A resolução de detecção (Δ) decorre da subtração do limite regulatório/valor de intervenção/padrão legal aplicável (C_s , do inglês “Cleanup Standard”) do analito analisado pela média representativa de uma população não-exposta (μ_1), expresso em porcentagem.

O documento USEPA (1991) também indica que a variabilidade dos resultados varia em função da matriz analisada e, nesse caso, se a variabilidade natural dos analitos químicos de interesse for grande ($CV>30\%$), um esforço de planejamento deve ser realizado no sentido de aumentar o número de amostras.

A partir do coeficiente de variação e dos objetivos de performance estatística especificados para o plano de amostragem proposto, o número mínimo de amostras resultante é calculado.

9.3.1.1.1.2 Plano de amostragem

O plano de amostragem, parte integrante do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, consiste na definição de uma malha de amostragem sistemática por compartimento do meio físico e ambiental (do inglês “*Systematic/Grid Sampling*”).

Como indicado no documento “*Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection*”, elaborado pela USEPA em 2002, a malha de pontos sistemática fornece cobertura mais completa que amostragem aleatória simples. De acordo com o documento, esse tipo de plano de amostragem é eficiente quando se deseja fazer inferências acerca de parâmetros populacionais (como, por exemplo, a média) associado à identificação de hot-spots e probabilidade de “não-deteção” destes (a partir da definição de uma malha regular). A geometria triangular da malha de amostragem é adotada, uma vez que apresenta maior eficiência de cobertura em contornos irregulares quando comparada à outras geometrias regulares.

O programa utilizado para geração dos pontos de amostragem é o *Visual Sample Plan* (VSP), desenvolvido pelo *Department of Energy* do *Pacific Northwest National Laboratory of U.S.*. A metodologia para escolha dos parâmetros de entrada no programa, hipóteses acerca da normalidade da distribuição da média das concentrações, amostragem ordinária e geometria triangular para o “grid” gerado são apresentados no Apêndice 01.

9.3.1.1.2 Execução

Após o dimensionamento do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, serão realizadas expedições de campo visando a sua execução com objetivo de formar a base de dados ambientais primários relativos a Área Alvo em estudo, que somados aos dados secundários válidos obtidos na etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local*, formarão a base de dados que está utilizada para qualificação e quantificação do risco a saúde humana.

Para execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, serão definidos o Região de Exposição Direta (RED), Região de Exposição Indireta (REI) e Região de Não Exposição (RNE), conforme conceituado abaixo:

- Região de Exposição Direta (RED): região definida pelo limite físico da ocorrência da lama de rejeitos associada ao rompimento da barragem B-I e que foi depositada no leito e nas margens dos cursos d'água, imediatamente após o rompimento ou em eventos de inundação posteriores. Dentre as áreas típicas que caracterizam a LC, citam-se a título de exemplo: i) leitos (calhas), planícies aluviais recentes e terraços mais antigos dos cursos d'água ao longo dos quais ocorreu a passagem ou a deposição da lama de rejeito após a ruptura; ii) planícies aluviais invadidas pela onda de cheia decorrente do fluxo da lama de rejeito; iii) reservatórios associados às UHE existentes no rio Paraopeba, açudes ou reservatórios em áreas rurais ou urbanas, lagoas naturais marginais aos cursos d'água e outros tipos de corpos d'água afetados seja pela passagem ou deposição da lama de rejeitos; e iv) áreas urbanas ou rurais que tenham sido afetadas pela passagem ou pela deposição da lama de rejeito; v) área com poço ou conjunto de poços (escavados ou tubulares) e respectivos aquíferos de onde as águas subterrâneas eram ou são captadas, os quais tenham sido afetados pela passagem ou deposição da lama de rejeitos. A RED é definida nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) como Local Contaminado (LC).
- Região de Exposição Indireta (REI): região adjacente às áreas de deposição da lama de rejeitos, que pode ser influenciada indiretamente por estas devido a mecanismos de transporte físico (inundação de terrenos adjacentes aos rios impactados, dispersão atmosférica da lama exposta etc.) e químico (migração de contaminantes da RED em direção à região adjacente, através de processos de percolação, lixiviação, solubilização, advecção, difusão, dispersão, dentre outros). Dentre as áreas típicas que caracterizam a LI, citam-se, a título de exemplo: i) leitos (calhas), planícies aluviais recentes e terraços mais antigos de trechos dos cursos d'água ou de tributários que não tenham sido afetados diretamente, que sejam adjacentes à RED e que podem sofrer (ou ter sofrido) influência indireta em razão de processos de dispersão atmosférica ou de inundação(ões) decorrente(s) do período chuvoso

ocorrido entre os meses de novembro/2015 e abril/2016; e ii) quaisquer terrenos (áreas urbanas, comunidades rurais, áreas de plantio ou de pecuária, ecossistemas específicos etc.) adjacentes à RED e que foram (ou possam ser) afetados indiretamente pela dispersão atmosférica ou pela(s) cheia(s) decorrente(s) de períodos chuvosos.

- Região de Não Exposição (RNE): Área de Controle localizada dentro da Área Alvo em estudo que não possui influência direta ou indireta da deposição da lama de rejeitos decorrente do rompimento da barragem B-I, e que tenha características fisiográficas e de uso e ocupação similares àquelas da REI e/ou da RED a ela adjacentes. A RNE é caracterizada por ser a região de ocorrência dos níveis de base regionais (*background*). A RNE é definida nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) como Localidade de Referência (LR).

Neste contexto, para execução adequada da aquisição de dados ambientais, o *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana* terá o seguinte conteúdo mínimo e obrigatório:

1. Introdução e Justificativas;
2. Objetivos;
3. Caracterização da Área Alvo;
4. Amostras definidas com Base nas Preocupações da Comunidade;
5. Avaliação de Suficiência e Representatividade de Dados;
6. Plano de Amostragem para Saúde Humana;
7. Metodologia de Amostragem por Compartimento do Meio Físico;
8. Metodologia de Amostragem por Compartimento Ambiental;
9. Procedimentos de Controle e Garantia da Qualidade Durante Amostragem;
10. Controle de Garantia da Qualidade Laboratorial;
11. Limitações e Exceções;
12. Conclusões e Recomendações;
13. Cronograma de Execução;
14. Referências Bibliográficas.

O Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente avaliará, a depender das características de cada AA_{MS}, o sedimento (superficial e subsuperficial), solo (superficial e subsuperficial), poeira domiciliar, água (subterrânea e superficial), água para consumo humano, alimentos de origem animal (leite, ovos, peixes, outros organismos aquáticos, carne bovina, suína e aves) e alimentos de origem vegetal (foliáceas, tuberosas e frutas).

A execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana* deverá ser acompanhada por representantes e líderes das comunidades atingidas que serão investigadas,

sendo mandatório a disponibilização diária dos Diários de Campo (devidamente assinadas) desenvolvidos pela equipe de amostragem, disponibilização de fotos e vídeos realizados durante o processo de amostragem, bem como cadeias de custódias das amostras coletadas. O Plano deve prever a elaboração de relatório fotográfico, que documente e evidencie a aplicação de todos os procedimentos definidos no Plano.

Caso após a avaliação dos resultados da primeira das expedições de campo, previstas no *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, não se demonstrarem suficientes e representativos para o desenvolvimento das etapas de *Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição e Implicações com a Saúde Pública*, estes dados deverão ser complementados por expedições adicionais de campo visando complementação de sua suficiência e representatividade.

9.3.1.1.2.1 Metodologias para Aquisição dos Dados Ambientais para Saúde Humana

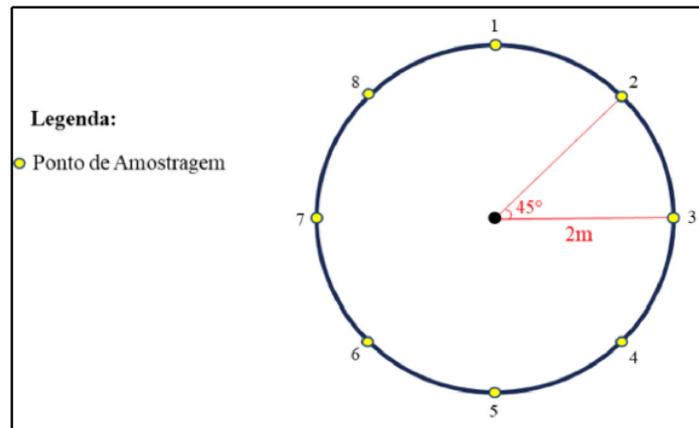
A tarefa *Metodologias para Aquisição dos Dados Ambientais para Saúde Humana* cumpre a seção 5.3 “Avaliação dos Dados e Técnicas de Amostragem” das diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010. p. 23) no que diz respeito a avaliação de técnicas de amostragem.

O *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana* deverá contemplar métodos padronizados nacionalmente e internacionalmente para coleta de amostras de compartimentos do meio físico e ambientais, conforme descrito a seguir:

SOLO SUPERFICIAL

A sondagem deverá ser executada a partir da cravação total de tubo de PVC (1,5”) descartável de 8 a 10 cm de comprimento no solo superficial em sentido vertical. A parte superior do tubo enterrado, faceando a superfície do superficial, é, então, fechada com caps plástico de pvc (1,5”).

As amostras de solo superficial deverão ser compostas por oito amostras coletadas conforme descrito acima e quarteadas, a partir do círculo previamente definido em um ponto de amostragem, e não deverá ser obtida em uma profundidade maior que 10 centímetros da superfície do terreno, conforme figura abaixo. Para cada amostras de solo superficial composta, deverá ser coletada uma amostra de solo do mesmo material para realização de ensaios de granulométricos.



O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2007 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (*liner*), deve ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do liner é mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

SOLO SUBSUPERFICIAL

A sondagem deverá ser executada de acordo com ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – procedimento.

O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2007 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

A sondagem deverá ser locada no centro do círculo definido para aquisição da amostra de solo superficial (mas não serão obtidas amostras de solo superficial na sondagem a ser realizada para solo subsuperficial). A amostragem deverá ocorrer a partir da superfície do terreno, sendo que a primeira amostra será sempre coletada a 20 centímetros da superfície do terreno. /as demais amostras ao longo do perfil serão coletadas de forma estratificada sendo que sempre que ocorrer uma variação textural que seja identificada visualmente e significar uma mudança de extrato do solo ou da lama de rejeitos (quando ocorrer), será coletada uma amostra para análise química laboratorial e uma amostra para ensaios de granulometria. No caso da ocorrência de lama de rejeitos no ponto de sondagem, esta deverá seguir até profundidade maior que a base da ocorrência da lama, sendo necessária a amostragem em todo o perfil de sondagem.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (*liner*), deve ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que

permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do *liner* é mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

SEDIMENTO SUPERFICIAL

Preferencialmente, a coleta de sedimentos deverá ser realizada nas margens dos rios conforme descrito no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (2011). Caso dados sobre descarga sólida estiverem disponíveis para a Bacia do Rio Paraopeba, estes também serão considerados para interpretação da dinâmica de hidrosedimentação de sedimentos.

Nos pontos selecionados com base no critério descrito acima, tubos de PVC (1,5”) descartáveis de 5 cm de comprimento serão totalmente enterrados no sedimento superficial em sentido vertical. A parte superior do tubo enterrado, faceando a superfície do sedimento, é, então, fechada com caps plástico de PVC (1,5”).

As amostras de solo superficial deverão ser compostas por oito amostras coletadas conforme descrito acima e quarteadas, a partir do círculo previamente definido em um ponto de amostragem, e não deverá ser obtida em uma profundidade maior que 10 centímetros da superfície do terreno.

SEDIMENTO SUBSUPERFICIAL

Preferencialmente a coleta de sedimentos deverá ser realizada nas margens dos rios conforme descrito no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (2011).

A sondagem deverá ser locada no centro do círculo definido para aquisição da amostra de sedimento superficial. A amostragem deverá ocorrer a partir da superfície do terreno sendo que sempre que ocorrer uma variação textural que seja identificada visualmente e signifique uma mudança de extrato do sedimento ou da lama de rejeitos (quando ocorrer), será coletada uma amostra para análise química laboratorial e ensaios granulométricos. No caso da ocorrência de lama de rejeitos no ponto de sondagem, esta deverá seguir até profundidade maior que a base da ocorrência da lama, sendo necessária a amostragem em todo o perfil de sondagem.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (*liner*), deve ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do *liner* é mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2007 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

ÁGUA SUBTERRÂNEA

Amostragem de água subterrânea deverá ser realizada por baixa vazão, seguindo diretrizes da norma ABNT NBR 15847:2010 - Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento - Métodos de purga, de 21 de julho de 2010, e para complementação do procedimento poderá ser usada a Norma ASTM D 6634-01.

ÁGUA DE ABASTECIMENTO

A coleta de amostras de água para consumo humano será realizada em residências das localidades de interesse para o estudo. Deverão ser utilizados os procedimentos descritos no “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras” da ANA (2011), que estão alinhados com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (MS, 2016).

Nos pontos de coleta deverão ser coletadas amostras em quantidade de 500 mililitros diretamente para frasco de vidro âmbar, previamente esterelizados, fechadas com tampas rosqueadas de poliestireno revestidas com Teflon®, sem deixar espaços vazios.

É importante fixar o ponto de amostragem antes das caixas d’água das residências e antes da tubulação das mesmas, para evitar interferências relacionadas a manutenção, idade e limpeza da tubulação e caixas d’água particulares, o que pode introduzir um falso positivo e alterar os resultados analíticos.

ÁGUA SUPERFICIAL

A amostragem de água superficial em rios deverá seguir os procedimentos apresentados no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), bem como as normas ABNT NBR 9.897:1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, e ABNT NBR 9.898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. No caso de amostras que não podem sofrer aeração, a garrafa de Van Dorn de fluxo horizontal deverá ser empregada.

POEIRA DOMICILIAR

A coleta de amostras de poeira domiciliar deverá seguir os métodos apresentados na normativa definida pelas normas:

- ASTM International, 2016. D7144 “Standard Practice for Collection of Surface Dust by Micro-vacuum Sampling for Subsequent Metals Determination”. 2016.

- ASTM International, 2016. D7144 “Standard Practice for Collection of Surface Dust by Micro-vacuum Sampling for Subsequent Metals Determination”. 2016.
- ASTM, 2016. D7144 “Standard Practice for Collection of Surface Dust by Micro-vacuum Sampling for Subsequent Metals Determination”. West Conshohocken, PA. ASTM International, 2016.

ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL

A coleta de amostras de alimentos de origem vegetal será realizada junto aos pequenos, médios e grandes produtores da Área Alvo em estudo segundo o MCA_{MS}.

Uma vez identificada a espécie a ser coletada será realizada a composição inicial de indivíduos desta espécie visando gerar uma amostragem composta de uma determinada região de cultivo. Como indicado em US.EPA (2002) “*Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection*” a amostragem composta pode ser utilizada quando objetivo principal é estimar a média populacional de um determinado analito. No caso de espécies vegetais, o valor individual de cada amostra não é de interesse prático, tornando a composição uma estratégia eficiente para garantir maior precisão na estimativa da concentração média de uma região ao mesmo passo que pode reduzir dispersões extremas (provindas de amostras pontuais) pelo processo de “homogeneização” da amostra. Cada amostra a ser enviada para análise química será composta por no mínimo três amostras da mesma espécie vegetal por local de amostragem. A definição da quantidade de amostras e dos locais de amostragem em uma região de cultivo dependerá do tamanho da área, da disponibilidade da espécie vegetal e da densidade de pontos de coleta definida em projeto. Dessa maneira, ainda que a abordagem estatística conduza as análises (considerando a ausência de continuidade espacial), a espacialidade dos fenômenos estudados é considerada no processo de amostragem, garantindo pontos de coleta espalhados ao longo de toda área de cultivo.

A partir desta composição serão definidas quantidades de amostras duplicatas e triplicadas para controle analítico.

Após a coleta, as amostras serão meticulosamente lavadas com água destilada e deionizada para limpeza total de poeira ou da terra, e secados com papel toalha. Após a lavagem e secagem, as amostras de vegetais serão embaladas em saco plástico com zip.

ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL

A coleta de amostras de alimentos de origem animal, com exceção de peixes, será realizada junto aos pequenos produtores da Área Alvo em estudo e em localidades onde houver criação de animais. A locação dos pontos de amostragem será realizada em função do

levantamento das preocupações de saúde das comunidades avaliadas conforme item 7.2 (*Levantamento das Preocupações da Comunidade com Sua Saúde*).

Os procedimentos de coleta serão procedimentos específicos para cada tipo de alimento de origem animal.

[1] ICTIOFAUNA e PESCADO

O pescado deverá ser coletado utilizando-se redes de espera, tarrafa e peneira. Os espécimes capturados deverão ser anestesiados/eutanasiados conforme a Diretriz da Prática da Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e posteriormente acondicionado em gelo para transporte até o local de amostragem de tecido. Nos pontos de coleta de pescado, será monitorada na superfície da coluna d'água as variáveis limnológicas como pH, temperatura, potencial oxi-redução (ORP), oxigênio dissolvido (OD), utilizando-se sondas multiparamétricas digitais. Também deverá ser medida a profundidade na área da coleta com um equipamento do tipo PIU com fita graduada. O material coletado deverá ser identificado por meio de bibliografias especializadas, tais como os trabalhos de Fowler (1941, 1951), Lucena (2003), Malabarba (2004), Piorski *et al.* (1998), Reagan (1904, 1911), Reis (1989d) e Vari (1989b).

A situação taxonômica atual das espécies identificadas será verificada no site do projeto FISHBASE (www.fishbase.org) mantido pela FAO. Além disso, será feito um registro fotográfico de cada espécie. Deverá ser realizada a análise morfológica e análise qualitativa e quantitativa dos indivíduos por espécie com medições de tamanho com fita métrica.

Os indivíduos coletados devem obedecer ao intervalo de tamanho padrão estabelecido para a espécie. A coleta de tecido muscular dos exemplares de pescado deverá ser realizada com material cerâmico e acondicionadas em sacos plásticos estéreis fabricados com matéria prima virgem. Primeiramente deverá ser coletado um “bloco” de músculo da região dorsal, imediatamente após a nadadeira dorsal, quando possível com medida aproximada de 2 x 2 cm, sem que haja a remoção da pele ou de escamas. Espécies de menor tamanho serão amostradas em sua totalidade. Em seguida será coletado o fígado inteiro do animal, sendo extraído pela barriga, com corte longitudinal. Assim como o filé, a amostra de fígado precisa ter um peso aproximado de 100g. A quantidade de amostra biológica de tecido de peixe dissecado deverá ser de 50 a 200g e será armazenada congelada até o momento da análise laboratorial de quantificação dos elementos de interesse.

POÇOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Quando necessária a instalação de poços de monitoramento de água subterrânea, consistente com os modelos conceituais de cada área alvo em estudo, a sondagem deverá ser

executada de acordo com ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – procedimento.

O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (*liner*), deverá ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do *liner* é mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

Os poços de monitoramento deverão ser instalados conforme ABNT/NBR 15.495-1: 2007 – “Poços de Monitoramento de Água Subterrânea em Aquíferos Granulares. Parte 2: Desenvolvimento”.

9.3.1.1.2.2 Metodologia para Avaliação e Validação de Dados Ambientais

A tarefa *Metodologia para Avaliação e Validação de Dados Ambientais* cumpre a seção 5.3 “Avaliação dos Dados e Técnicas de Amostragem” das diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010, p. 23) no que diz respeito à avaliação de dados.

Neste item, serão descritas as metodologias para avaliar e validar os dados secundários obtidos na etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local* e os dados primários obtidos pela execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*.

A **primeira tarefa** da *Avaliação e Validação de Dados Ambientais* consiste na compilação dos dados disponíveis para os compartimentos ambientais e rotas de exposição definidos como relevantes no MCA_{MS}, a qual será cumprida na etapa anterior de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local* (seção 8.1). As seguintes fontes de dados ambientais serão utilizadas:

- Programas de Monitoramento e estudos de caracterização ambiental executados para acompanhamento da qualidade ambiental da região atingida;
- Dados de monitoramento de órgãos regulatórios (ex.: IGAM, FEAM, IEMA);
- Dados coletados por especialistas do Ministério Público relacionados ao rompimento da barragem B-I;
- Trabalhos acadêmicos (ex.: Universidades, Órgãos de Pesquisa);
- Outros relatórios técnicos e estudos publicados.

Para matrizes ambientais que possuem variação temporal e sazonal, como água superficial, água bruta utilizada para consumo humano e sedimentos, deverão ser priorizados dados coletados no âmbito de programas de monitoramento como: o Plano de Monitoramento da

Qualidade da água do Rio Paraopeba; monitoramento de águas superficiais do Estado de Minas Gerais executado pelo IGAM; Programa de Monitoramento de Água para Consumo Humano. Serão buscados dados de amostras coletadas nas três regiões de exposição definidas para a Área Alvo em estudo: Região de Exposição Direta (RED), Região de Exposição Indireta (REI) e Região de Não Exposição (RNE).

Entende-se que a amostragem em área impactada (RED) permitirá identificar qualquer substância que esteja acima do padrão legal aplicável (PLA) e que possa ter relação com o rompimento da barragem B-I, incluindo o grupo de substâncias que podem ter sido remobilizadas pelo evento.

A **segunda tarefa** da *Avaliação e Validação de Dados Ambientais* consiste na consolidação dos dados gerados pela execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*.

A *Avaliação e Validação de Dados Ambientais* será dividida nas seguintes etapas:

- Dados Analíticos;
- Dados do Meio Físico.

É importante ressaltar que a *Avaliação e Validação de Dados Ambientais* é executada em dois momentos dos estudos de ARSH:

- ao final da etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local*, e
- ao final da execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*.

9.3.1.1.2.2.1 Dados Analíticos

Para cada conjunto de dados, serão realizadas as seguintes etapas de validação, conforme descrito no documento “*Guidance for Data Usability in Risk Assessment – Part A*” da US EPA (1991):

1. Identificação dos pontos de coleta de amostras

Para a validação desse item, inicialmente, serão identificadas as coordenadas dos pontos de coleta de amostra que foram reportadas. A partir dessa identificação será avaliado se as coordenadas reportadas permitem o georreferenciamento dos pontos de coleta e se esses pontos estão localizados dentro dos limites da Área Alvo em estudo.

Na impossibilidade de georreferenciamento dos pontos de coleta, esses pontos e seus respectivos dados não serão utilizados em um primeiro momento. Nesses casos, com o objetivo de não descartar nenhum dado disponível para a Área Alvo em estudo, será feito contato com a equipe responsável pela produção dos dados para verificar a possibilidade de obtenção das coordenadas que possam ser georreferenciadas.

2. Procedimentos de coleta

Os procedimentos de coleta de amostras utilizados por cada conjunto de dados serão avaliados para garantir a utilização de métodos nacionais padronizados. Para matrizes ambientais que não possuem procedimentos de coleta nacionais, serão utilizadas referências de métodos internacionais. Os procedimentos de coleta a serem priorizados são apresentados na Seção 8.2.5.

Adicionalmente, será avaliado se as amostras coletadas são adequadas para utilização em estudos de avaliação de risco à saúde humana e risco ecológico. Para esse fim, as seguintes referências serão utilizadas:

Quadro 3 da Seção 5.8 das Diretrizes do Ministério da Saúde (2010);

- Tabela 3-1 do “*Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*” da ATSDR (2005);
- capítulo 5 do “*Risk Assessment Guidance for Superfund*” da US EPA (1989a).

Além disso, serão observados se procedimentos de controle e garantia de qualidade da amostragem foram utilizados para a coleta das amostras. Os seguintes documentos serão utilizados como referência de procedimentos de controle e garantia de qualidade da amostragem:

- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (2011);
- Norma ABNT NBR 16.435 de 2015;
- “*Field Sampling Procedures Manual*” (US.EPA, 2005)
- “*Preparation of Soil Sampling Protocols: Sampling Techniques and Strategies*” (US.EPA, 2005);
- Capítulo 5.4 do RAGS da US EPA (1989a).

Neste contexto, partindo da aplicação metodológica dos documentos supramencionados, serão realizadas minimamente as seguintes análises:

- Os métodos de coleta e amostragem, devem estar de acordo com a norma utilizada, quando aplicável, e claramente descritos no relatório ou nos laudos laboratoriais. Ressalta-se que os procedimentos devem seguir, preferencialmente, normas nacionais. Quando não há normas nacionais ou internacionais, é necessário que o procedimento aplicado seja detalhadamente descrito e esteja alinhado com o procedimento proposto neste documento;
- Os métodos de acondicionamento, transporte, recebimento e analíticos devem ser citados/descritos no relatório ou nos laudos laboratoriais e devem estar de acordo com o estabelecido na norma técnica ou guia previamente aceitos pelo órgão

ambiental do estado de Minas Gerais (MG), considerando a matriz e o parâmetro analisado;

- As coletas de amostras controle e branco devem estar de acordo com o estabelecido nas normas técnicas e guias previamente aceitos pelo órgão ambiental do estado de Minas Gerais (MG), considerando a matriz e o parâmetro analisado. As amostras de controle de qualidade serão analisadas quanto à presença de concentrações anômalas, representatividade do lote controlado e confiabilidade dos resultados.
- Todas as informações sobre a coleta, amostragem e análise em laboratório devem ser registradas em cadeia de custódia (COC) e/ou ficha de campo. É necessário que esses documentos sejam apresentados devidamente preenchidos para que sejam validados. Seguindo, então, o proposto por ABNT (2015), a COC deve apresentar:

- a. Identificação do projeto, nome e endereço da área de interesse;
- b. Empresa responsável pela coleta;
- c. Identificação e assinatura do técnico responsável pela coleta;
- d. Identificação e assinatura do responsável pelo transporte;
- e. Identificação e assinatura do técnico responsável pelo recebimento das amostras no laboratório;
- f. Identificação da amostra;
- g. Identificação da matriz a ser analisada;
- h. Parâmetros de interesse a serem analisados;
- i. Quantidade de frascos utilizados por amostra;
- j. Especificação dos preservantes eventualmente utilizados;
- k. Data e horário de amostragem;
- l. Data e horário de entrega ao laboratório;
- m. Temperatura de chegada ao laboratório.

Serão avaliadas as amostras coletadas para branco de campo, considerando uma por atividade ou a cada lote de 10 amostras. Já os brancos de equipamento devem ter sido coletados toda vez que o equipamento for utilizado e, por fim, as duplicatas devem representar 5% do total de amostras.

As amostras duplicatas serão consideradas suficientes uma vez que representam mais de 5% do total de amostras. São consideradas normais variações de amostras duplicatas na ordem de 20% (ANA, 2011) entre o Resultado Original (R1) e o Resultado da Duplicata (R2), através da fórmula para variações entre resultados (RPD):

$$RPD = \left[\frac{(R1 - R2)}{\frac{(R1 + R2)}{2}} \right] \times 100$$

Também serão utilizados outros critérios em função da heterogeneidade amostral. USEPA (2018) avalia variações em matrizes aquosas e não aquosas entre o Resultado Original (R1) e o Resultado da Duplicata (R2) para amostras com concentração superior ou igual a cinco vezes o LQ, dados os seguintes critérios, para matrizes não aquosas:

- $RPD < 50\%$, as duplicatas são válidas;
- $RPD \geq 50\%$, as duplicatas são avaliadas como:
- $|R1-R2| \geq 2*LQ$, o resultado da amostra é impreciso e deve ser discutido com ressalva;
- $|R1-R2| < 2*LQ$, as duplicatas são válidas.

3. Procedimentos de preservação e envio de amostras

A validação desse item ocorrerá através da avaliação das cadeias de custódia (COCs) das campanhas de amostragem de cada conjunto de dados a ser validado. A preservação e envio de amostras serão validados quando as cadeias de custódia e o check-list de recebimento de amostras são apresentados devidamente assinados pelo laboratório utilizado para as análises químicas.

Quando as cadeias de custódia e o check-list de recebimento de amostras não estiverem disponíveis, com o objetivo de não descartar nenhum dado disponível para a Área Alvo em estudo, será feito contato com a equipe responsável pela produção dos dados para verificar a documentação disponível que comprove a validação dos procedimentos de preservação e envio de amostras.

4. Acreditação laboratorial

Para validação deste item, a acreditação do laboratório utilizado para análises químicas e seu respectivo escopo de acreditação serão avaliadas, tendo como referência a ABNT NBR ISO 17.025:2017. Essa avaliação visa garantir que o laboratório utilizado possui escopo de acreditação para análises químicas de todas as substâncias químicas a serem analisadas em todas as matrizes ambientais amostradas.

Somente serão aceitos, para fins de avaliação de risco à saúde humana, resultados analíticos laboratoriais gerados por laboratórios que possuam acreditação ABNT NBR ISO 17.025:2017, considerando a lista de substâncias químicas e matrizes ambientais previstas no MCA_{MS} gerado anteriormente, os Limites de Quantificação (LQ) da amostra sempre menores que os Padrões legais Aplicáveis (PLA) correspondentes. Para a avaliação de risco ecológico, poderão ser aceitos resultados de laboratórios sem acreditação ABNT NBR 17.025:2017, desde que seja feita validação dos procedimentos laboratoriais com base nos critérios estabelecidos por essa norma.

Caso as análises químicas tenham sido realizadas em laboratórios de universidade e trabalhos acadêmicos, que podem não possuir acreditação segundo a ABNT NBR ISO 17.025:2017, essas análises não poderão ser aceitas como válidas, para fins de avaliação de risco à saúde humana.

5. Procedimentos laboratoriais

A validação desse item será feita com base nos métodos analíticos utilizados para a determinação das concentrações das substâncias químicas a serem analisadas, bem como os métodos de preparação das amostras. Será garantido que os métodos analíticos utilizados pelos diferentes conjuntos de dados são comparáveis, incluindo a verificação de ensaios de recuperação, quando disponíveis.

Adicionalmente, serão avaliados os limites de quantificação e detecção dos métodos analíticos utilizados, garantindo-se que: os limites de quantificação da amostra (LQ) são inferiores aos valores de referência regulatórios aplicáveis à matriz ambiental; os limites de detecção (LD) sejam disponibilizados sempre que disponíveis; na ocorrência de resultados inferiores ao LQ, ou seja, quando a concentração de um determinado composto não pôde ser determinada com o nível de confiança máximo do método analítico, seja reportado se houve ou não detecção do composto.

Neste contexto, partindo da aplicação metodológica dos documentos supramencionados, serão realizadas minimamente as seguintes análises:

- As análises laboratoriais devem ser realizadas por laboratórios acreditados/certificados pelo Inmetro. Caso não haja empresas acreditadas no Brasil para uma matriz específica, esta poderá ser amostrada por empresa não acreditada desde que seja seguida a metodologia de amostragem;
- Todos os laudos analíticos laboratoriais devem ser apresentados no documento;
- Os laudos laboratoriais, segundo ABNT (2015) devem apresentar valores de recuperação de traçadores (*surrogates*), valores adicionados e recuperados no branco fortificado do laboratório (*spike*), com a unidade, incerteza de medição para cada resultado reportado e branco de método (deve ser inferior ao limite de quantificação);

- Os limites de detecção ou quantificação dos métodos analíticos devem estar expressos no documento. É imprescindível que os limites de quantificação dos métodos analíticos sejam inferiores aos Padrões Legais Aplicáveis, nas matrizes ambientais e alimentares.

9.3.1.1.2.2.2 Dados do Meio Físico

As metodologias de aquisição de dados deverão ser suficientes para geração de uma base integrada de dados ambientais que possa ser utilizada para o desenvolvimento da Avaliação de Risco a Saúde Humana (MS, 2010).

Os parâmetros do meio físico a serem avaliados e validados devem estar relacionados às características morfológicas, geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas que podem influenciar o comportamento e o transporte do contaminante no meio físico.

Neste contexto será avaliado:

1. Solo e Rocha

A descrição pedológica e litológica da área deve seguir o descrito na ABNT NBR 15492 (Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento), bem como estar adequada para possibilitar a caracterização do comportamento dos contaminantes no meio físico, sendo necessário, para tanto:

- Verificar se as amostras de solo superficial foram coletadas até no máximo 10 centímetros de profundidade, sendo esta composta a partir de oito alíquotas obtidas a partir da definição de um círculo de dois metros de raio;
- Verificar se os pontos de amostragem nas áreas não impactadas foram definidos nas mesmas condições geomorfológicas relativas à área impactada;
- Verificar se o número e a distribuição das sondagens realizadas são adequados;
- verificar se a descrição das sondagens ambientais, no caso de solo subsuperficial, foi feita pela identificação de extratos diferenciados ao longo do perfil de sondagem identificando o que é solo natural e lama de rejeitos. Este procedimento não é válido para solo superficial, haja vista que este é coletado até 10cm de profundidade no máximo.
- Verificar se para cada extrato descrito acima foi obtida amostra representativa para análise textural;
- Verificar se as amostras de solo subsuperficial destinadas à análise química obtidas em um determinado perfil de sondagem foram coletadas para cada extrato descrito no perfil de sondagem;

- Verificar se as profundidades alcançadas pelas sondagens ultrapassaram a espessura local da lama de rejeito, quando esta ocorrer, e se a descrição do material amostrado foi realizada adequadamente;
- Verificar a consistência da interpretação dos dados geofísicos, quando disponíveis;
- Verificar se na interpretação da geologia local foram levadas em consideração as características geológicas regionais;
- Verificar se na interpretação da geoquímica local foram levadas em consideração as características geoquímicas regionais;
- Verificar a qualidade e consistência dos dados provenientes das determinações realizadas para cada uma das camadas representativas para a caracterização do solo e rocha sã (quando aplicável), tais como granulometria, pH, potencial redox, fração de carbono orgânico, capacidade de troca catiônica (CTC), densidade aparente, umidade, permeabilidade, porosidade total e efetiva.

2. Aquífero

A caracterização hidrogeológica da Área Alvo em estudo deve ser avaliada, quando pertinente no Modelo Conceitual da Área Alvo em estudo, visando ao entendimento do comportamento dos contaminantes, sendo necessário, para tanto, verificar:

- Se a instalação dos poços de monitoramento, quando aplicável, foi realizada conforme a ABNT NBR 15495-1 e 15495-2 (Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares).
- Se a classificação do aquífero, conforme a Resolução Conama nº 396/2008 e suas revisões posteriores;
- Se na interpretação da hidroquímica local foram levadas em consideração as características hidroquímica regionais;
- Quando disponível, se o mapa potenciométrico foi elaborado adequadamente, considerando o número de pontos de medição de nível d'água, a data de medição e o nivelamento dos poços;
- Quando disponível, se a geometria das linhas equipotenciais é consistente com a geologia e o relevo locais e se possibilita a identificação de áreas de recarga ou descarga eventualmente existentes ao longo da seção do rio compreendida na Área Alvo em estudo;
- Quando disponível, se o sentido de fluxo das águas subterrâneas é consistente, considerando a potencimetria;
- Se a taxa de infiltração/recarga, porosidade efetiva, condutividade hidráulica, carga hidráulica, espessura saturada e gradiente hidráulico foram determinados ou se

foram estimados. Em caso de estimativa, verificar a adequação desses parâmetros para o uso pretendido e a fonte de dados, caso contrário, verificar se a quantidade de dados é suficiente e identificar se a metodologia utilizada para as determinações foi a adequada;

- Quando previsto e identificado no Modelo Conceitual da Área Alvo em estudo, aquíferos profundos devem ser avaliados quanto as suas características e utilização, em caso de aquíferos confinados e semi-confinados, verificando a possibilidade de estarem conectados com o aquífero livre;
- A existência de aquitardes, aquícludes e aquíferos suspensos, estabelecendo a conexão entre eles;
- A existência e localização de poços de captação de água subterrânea, suas características construtivas, dados de produção, dados de teste de bombeamento, informações sobre zona de captura, bem como a geologia a eles associada;
- Se foram realizadas determinações de granulometria, pH, potencial redox, carga hidráulica, condutividade hidráulica, espessura saturada, gradiente hidráulico e porosidade efetiva, e caso necessário a fração de carbono orgânico.

3. Águas superficiais

Para os corpos d'água encontrados na Área Alvo em estudo, será necessário verificar:

- O enquadramento, conforme a Resolução Conama nº 357/2005, e suas revisões posteriores;
- O sentido de escoamento e sua relação com o sistema de drenagens regional;
- A vazão do corpo d'água (preferencialmente a Q_{7,10} - vazão mínima de 7 dias seguidos em um período de recorrência de 10 anos), para o caso de rios;
- Sua perenidade e a vazão de recarga ou descarga associada ao aquífero local, caso necessário;
- A largura e a profundidade do corpo d'água, caso necessário;
- As variações de maré, quando aplicável;
- Avaliar estudos de hidrosedimentologia, modelamento de fluxos de água superficial, balanços hídricos da bacia de contribuição na qual está inserida a área alvo em estudo, quando disponíveis;
- Os resultados de determinações realizadas, tais como pH, condutividade elétrica, potencial redox, oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais em suspensão e dissolvidos.

4. Ar

As características do compartimento ar e do clima da área de interesse devem ser avaliadas visando ao entendimento do comportamento de fenômenos de transporte, quando aplicável, sendo necessário verificar:

- 1 A velocidade média, a direção e o sentido predominante dos ventos;
- 2 Se a rosa dos ventos foi apresentada;
- 3 A temperatura média do ar;
- 4 A umidade relativa do ar;
- 5 A pressão atmosférica;
- 6 A taxa de precipitação média anual, a taxa de infiltração, evapotranspiração e escoamento superficial;
- 7 As variações sazonais associadas ao ciclo hidrológico;
- 8 Avaliar estudos de monitoramento atmosféricos para diferentes tipos e tamanhos de partículas em suspensão, identificando a correlação dos pontos de exposição humana e ecológica com os pontos de monitoramento;
- 9 Avaliar estudos de modelamento matemático de dispersão atmosférica, identificando sua abrangência e correlação com a área alvo em estudo.
- 10 A morfologia da área de interesse.

9.3.1.1.2.2.3 Conclusões da Avaliação e Validação dos Dados Ambientais

A partir da *Avaliação e Validação dos Dados Ambientais* aplicadas para dados secundários e primários, será obtido um conjunto de dados compilados, que podem ser utilizados para caracterização dos impactos ambientais presentes nos compartimentos do meio físico e ambientais.

Neste contexto, serão avaliadas as seguintes questões:

- a) Se existem dados disponíveis para todas as matrizes ambientais que fazem parte dos modelos conceituais de cada área alvo em estudo;
- b) Se, dentro dos limites da Área Alvo em estudo, existem dados disponíveis para áreas consideradas impactadas pelo rompimento da barragem B-I e para áreas consideradas não impactadas pelo rompimento;
- c) Se, dentro dos limites da Área Alvo em estudo, existem dados disponíveis que representam níveis de concentrações basais para a Área Alvo em estudo;
- d) Se os dados disponíveis são adequados para a utilização em estudos de avaliação de risco à saúde humana;

e) Se os dados disponíveis são suficientes em termos de representatividade para cada matriz ambiental que faz parte dos modelos conceituais de cada área alvo. A suficiência de dados será analisada conforme a avaliação de representatividade estatística e geoestatística apresentada na seção 9.3.2.1.

9.3.1.2 Organização dos Contaminantes de Interesse

Conforme determinado na Seção 5.1.1 – “*Organização dos Contaminantes de Interesse*” das Diretrizes do MS (2010), serão identificados, organizados e discutidos os dados sobre as substâncias químicas identificadas em cada compartimento do meio físico e ambiental de interesse para a Área Alvo em estudo. Sendo assim, serão resumidas e consolidadas todas as informações sobre estas substâncias em tabelas, considerando que todos os compartimentos de interesse amostrados nas expedições de campo serão contemplados e relatados separadamente, independente de que as amostras tenham sido obtidas nos locais de referência (regiões não contaminadas) ou em regiões impactadas pelo rompimento da barragem B-I. Serão avaliadas as tendências demonstradas pelos dados, considerando, de forma específica, a distribuição espacial, os “pontos críticos”, as mudanças de concentração no tempo e as diferenças de contaminação entre os compartimentos ambientais. Esta avaliação será realizada com base na metodologia descrita na seção 9.3.2.1.

Os dados serão avaliados e interpretados espacialmente a fim de permitir o entendimento da distribuição espacial das concentrações da substância química de interesse, bem como das concentrações nos pontos de exposição definidos na etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde*. Essa avaliação permitirá identificar se existem regiões específicas dentro da Área Alvo em estudo nas quais são detectadas maiores concentrações (pontos críticos ou hot spots), conforme recomendação da Seção 5.1.1 das Diretrizes do MS.

Para matrizes ambientais que apresentam variação ao longo do tempo, como água superficial e sedimento superficial, esses dados serão avaliados de acordo com o período hidrológico no qual a amostra correspondente foi coletada. Além disso, deve ser considerado o tempo decorrido desde o evento, para avaliar a tendência das concentrações, conforme requisitos da Seção 5.5.1 das Diretrizes do MS.

9.3.1.3 Apresentação dos Contaminantes de Interesse em Tabelas

Conforme determinado na Seção 5.1.2 – “*Apresentação dos Contaminantes de Interesse em Tabelas*” das Diretrizes do MS (2010), quando uma substância for identificada como uma Substância Química de Interesse (SQI) para um determinado compartimento do meio físico ou ambiental, suas concentrações serão apresentadas em tabelas (com os PLAs específicos para comparação, faixas e médias) para todos os compartimentos ambientais amostrados nas

expedições de campo, considerando que as amostras tenham sido obtidas nos locais de referência (regiões não contaminadas) ou em regiões impactadas pelo rompimento da barragem B-I.

9.3.2 Revisão dos Níveis de Concentração

A tarefa *Revisão dos Níveis de Concentração* nos *Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana* a serem desenvolvidos para a Bacia do Rio Paraopeba, segue as determinações da Seção 5.2 – “*Revisão dos Níveis de Concentração*” das Diretrizes do MS (MS, 2010).

Esta seção é composta por duas tarefas:

- *Avaliação da Suficiência e Representatividade de Dados*, os quais foram obtidos pela execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*;
- *Seleção de Substâncias Químicas de Interesse (SQI)*, a partir do conjunto de dados validados como suficientes e representativos da Área Alvo em estudo.

Adicionalmente aos dados obtidos no *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, serão considerados os dados secundários consolidados na etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local*. Este procedimento visa assegurar que o conjunto de dados (secundários e primários) somados será a base suficiente e representativa para o desenvolvimento das etapas de *Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição* (seção 6 das diretrizes do MS) e *Implicações na Saúde Pública* (seção 7 das diretrizes do MS).

9.3.2.1 Avaliação da Suficiência e Representatividade de Dados

Esta análise conjunta indicará a distribuição espacial das substâncias detectadas acima dos Padrões Legais Aplicáveis (PLA), determinando sua frequência, comprovando a integridade e representatividade da amostragem dos compartimentos do meio físico e ambientais de interesse, bem como localizando exatamente os pontos de amostragem.

Para aplicação adequada da *Avaliação da Suficiência e Representatividade de Dados*, é importante considerar as localidades de referência (RNE), que representam áreas na Área Alvo em estudo ou fora dela que não foram impactadas pelo rompimento da barragem B-I. Nestas localidades, durante as expedições de campo a serem realizadas para execução do Plano, serão obtidas amostras de cada compartimento de interesse nas localidades de referência, que tenham as mesmas características básicas dos compartimentos de interesse da região contaminada da Área alvo em estudo.

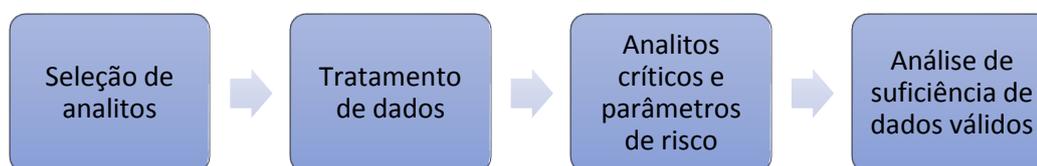
A partir do processo de validação dos dados disponíveis, a metodologia de suficiência será então conduzida considerando a distinção entre matrizes a partir das considerações sobre continuidade espacial. Um primeiro grupo de matrizes é avaliado considerando continuidade espacial, como solo superficial e água subterrânea, e as matrizes que não apresentam continuidade

espacial representam outro conjunto de dados, como água e sedimentos superficiais, poeira domiciliar e matrizes ambientais (alimentos).

A condução da análise de suficiência de dados com vistas à ARSH para cada compartimento (do meio físico e ambiental) é dada após o processo de seleção de analitos, tratamento de valores abaixo dos limites de detecção/quantificação, definição do(s) analito(s) crítico(s) (ou indicador) e do parâmetro de risco.

O fluxograma indicado na Figura 2 apresenta de maneira esquemática esse procedimento. As etapas indicadas no fluxograma são detalhadas nos tópicos seguintes.

Figura 2 – Procedimentos para condução da análise de suficiência de dados válidos



9.3.2.1.1 Seleção de analitos

A seleção dos analitos considerados para a análise de suficiência é baseada no parâmetro estatístico a ser estimado. No caso da ARSH para as diferentes segmentações propostas, o parâmetro populacional de interesse para cada área alvo é a média populacional (μ). As recomendações disponíveis em USEPA (2000) para avaliação da média populacional dizem respeito a classificações de analitos em função da porcentagem de “não-deteção” (valores abaixo do limite de detecção, LD). A presente metodologia trata as recomendações indicadas no relatório USEPA (2000), indicadas para valores “não-detectados”, como sendo análogas para os valores “não-quantificados”. Isto decorre da ausência dos limites de detecção dos resultados laboratoriais disponibilizados para as matrizes e analitos. Uma vez que os limites de quantificação são descritos nos laudos laboratoriais (e nas bases de dados fornecidas), o procedimento indicado no documento USEPA (2000) é adaptado para esses limites.

A recomendação dada por USEPA (2000) é de que a porcentagem de “não-deteção” esteja abaixo de 30%, de forma a tornar adequado o uso do parâmetro média nos cálculos inferenciais, independente da magnitude do coeficiente de variação esperado. Dessa forma, a seleção de analitos se dá a partir da classificação dos analitos que apresentarem menos de 30% de “não-quantificação” (valores abaixo do limite de quantificação, LQ). Os demais analitos serão desconsiderados para avaliação de suficiência.

9.3.2.1.2 Tratamento de dados

A partir da seleção de analitos um tratamento/processamento de dados será conduzido. USEPA (2000) indica diferentes tratamentos para valores abaixo dos limites de detecção/quantificação, discriminando as possibilidades em função da porcentagem de valores não-detectados. O documento discrimina as porcentagens em “0 -15%”, “15-50%” e “>50%” de valores encontrados abaixo dos limites indicados.

Dessa forma, dentre os analitos filtrados na etapa de seleção, aqueles que apresentarem porcentagem de “não-quantificação” menor que 15% terão seus valores abaixo de LQ substituídos pelo próprio limite indicado (método da substituição).

Para os analitos com porcentagem entre 15% e 30% o método de “Winsorização” de dados será adotado para tratamento dos valores abaixo de LQ. Nesse método a quantidade de valores abaixo do LQ é substituída pelo menor valor quantificado. Em contrapartida, a mesma quantidade de observações é alterada para os maiores valores observados no conjunto de dados, utilizando o maior valor abaixo destes para substituição. Ao final do tratamento de dados é possível calcular a média “Winsorizada” e um desvio padrão “Winsorizado”. Este desvio padrão “Winsorizado” é diferente do desvio padrão do conjunto de dados alterado, fazendo com que o cálculo do desvio considere a perda de informações decorrente das modificações adotadas. O desvio padrão “Winsorizado” pode ser calculado em função do desvio padrão amostral, número de elementos (n) e número de observações quantificadas (q) como: $S_{\text{winsorizado}} = S \cdot (n-1) / (2q-n-1)$.

A notação $S_{\text{utilizado}}$ é adotada para avaliações de dispersão dos analitos, sendo que $S_{\text{utilizado}}$ é coincidente com o desvio padrão amostral em matrizes com porcentagem de “não-quantificação” abaixo de 15% e $S_{\text{utilizado}} = S_{\text{winsorizado}}$ para o caso de matrizes com porcentagem entre 15% e 30%.

9.3.2.1.3 Analitos críticos e parâmetro de risco (Cs)

O analito crítico (indicador ou de interesse) para avaliação da suficiência de dados é definido conforme:

- Para as matrizes sem continuidade espacial, serão avaliadas as porcentagens excedidas em relação ao VI (PLA) adotado, bem como a razão entre o valor limite e desvio padrão ($S_{\text{utilizado}}$) verificado. O analito de interesse é definido como o de menor razão limite ($VI/S_{\text{utilizado}}$) e maior porcentagem excedida. Em caso de divergência entre os critérios, ambos analitos serão avaliados.
- Para as matrizes com continuidade espacial, serão avaliadas as porcentagens excedidas em relação ao VI (PLA) adotado. O analito de interesse é definido como o de maior porcentagem excedida.

A determinação dos analitos é realizada em função do valor de intervenção (VI) do analito químico. A avaliação de suficiência também é sugerida inicialmente utilizando esse limite regulatório como parâmetro de risco, denotado por “C_s”, uma vez que este é um parâmetro associado a um cenário de exposição genérico e, portanto, mais restritivo.

Porém, há a possibilidade de o analito sob análise ocorrer naturalmente em concentrações superiores ao VI, não sendo caracterizado como contaminação, mas sim como valor de *background* elevado. Nesses casos, se o valor de *background* da região sob análise puder ser obtido ou ter sua ordem de grandeza estimada e o nível basal encontrado for superior ao VI, a definição de C_s é alterada. Utiliza-se então o conceito de concentração máxima aceitável como C_s.

A concentração máxima aceitável (CMA) refere-se à concentração limite para ocorrência de riscos à saúde humana teóricos no cenário avaliado, determinada a partir de parâmetros específicos para a área de interesse de análise.

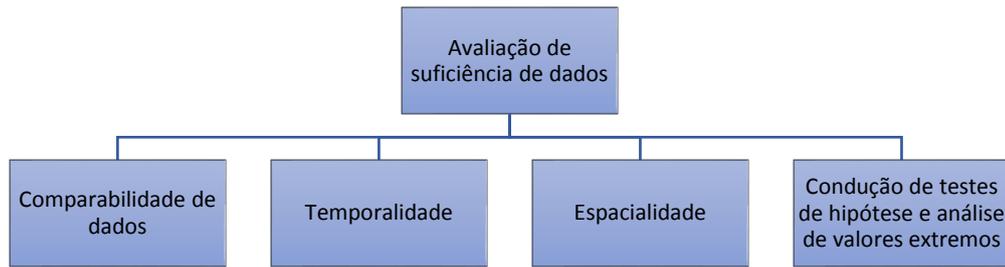
Quando não há valores de *background* disponíveis e, portanto, não é possível separar os dados provenientes de “amostras naturais” e “amostras contaminadas”, avalia-se a média amostral do conjunto de dados do analito crítico em relação ao VI desse analito, com as seguintes classificações:

- a) Se a média amostral é inferior a $1.5 \cdot VI$: utiliza-se o VI como C_s, conforme o procedimento padrão;
- b) Se a média amostral é superior a $1.5 \cdot VI$: utiliza-se a CMA como C_s, pois há possibilidade de indicação de valores de *background* naturalmente elevados.

9.3.2.1.4 Análise de suficiência de dados válidos

A análise de suficiência de dados válidos consiste da análise de resultados dos analitos críticos identificados, contemplando as seguintes avaliações: comparabilidade de dados (quando da disponibilidade de fontes de dados provenientes de campanhas distintas), análise de temporalidade, análise de espacialidade das concentrações, avaliação de níveis basais, condução de testes de hipótese e análise de valores extremos (Figura 3).

Figura 3 – Tópicos envolvidos na avaliação de suficiência de dados



Como indicado na Figura , os quesitos envolvidos na avaliação da suficiência de dados para aplicações em ARSH apontam para um maior controle e entendimento dos fenômenos envolvidos no processo. Tal controle fornece um cenário robusto à tomada de decisão quanto à necessidade de amostragem complementar ou confirmação de suficiência de dados.

Dessa forma, a presente metodologia é baseada no entendimento de que a suficiência de dados é função das condições observadas e das especificidades de cada matriz com relação aos tópicos levantados. De forma resumida, as seguintes considerações podem ser feitas:

- A comparabilidade de dados será avaliada quando da presença de mais de uma fonte de dados disponível.
- A temporalidade de dados se mostra de interesse prático quando da disponibilidade de dados válidos provenientes de campanhas com medições temporais (campanhas de monitoramento, como, por exemplo, IGAM), uma vez que possibilita análise de sazonalidade e outros fenômenos temporais.
- A espacialidade das concentrações será avaliada em todas matrizes, com modelagem geoestatística para matrizes com continuidade espacial e mapas discretos de disposição espacial das concentrações para matrizes sem continuidade espacial. Uma avaliação específica para matrizes sem continuidade espacial provenientes de população finita (poeira domiciliar ou matrizes ambientais) será conduzida.
- Uma avaliação de níveis basais será conduzida a partir da busca por valores de *background* em literatura e/ou a partir da avaliação de resultados em regiões “não-expostas” ou “pré-evento”.
- Inferências sobre a média populacional serão feitas a partir da realização de testes de hipótese para médias em matrizes sem continuidade espacial. Tais testes terão,

em primeiro momento, a comparação da média com o parâmetro de risco (C_s) definido, podendo ser aplicados também para comparações entre unidades de exposição e áreas alvo.

- Avaliações de valores extremos serão conduzidas considerando critério de outlier baseado em análise descritiva de dados (critério de Tuckey), o parâmetro de risco e distribuição das concentrações. A possibilidade de utilização de testes para *outliers* também será avaliada.
- As análises inferenciais baseadas nos testes de hipótese, análise de valores extremos e na aplicação de modelagem geoestatística pressupõem um quantitativo mínimo de pontos coletados.

A indicação do quantitativo mínimo para condução da análise de suficiência bem como o panorama geral da metodologia associada aos tópicos levantados são expostos nos itens a seguir. Maiores detalhamentos metodológicos são encontrados no **APÊNDICE 01**.

9.3.2.1.4.1 Quantitativo mínimo para condução da análise de suficiência

Para condução adequada das análises previstas, um quantitativo mínimo de pontos se faz necessário.

Em USEPA (2000), recomenda-se a utilização de ao menos 20 observações em cálculos estatísticos para evitar a ocorrência de viesamento de resultados e diminuição da eficiência e performance dos objetivos estatísticos especificados. Tal recomendação decorre da dificuldade em assegurar a consistência das distribuições de probabilidade assumidas nos modelos estatísticos a partir de número de elementos amostrais reduzidos.

Dessa maneira, matrizes que apresentem mais de 20 observações inseridas na região sob análise serão consideradas para avaliação de suficiência sem ressalvas.

O documento *“ProUCL Version 5.1 Technical Guide - Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetected Observations”* elaborado pela US EPA em 2015 recomenda o requisito mínimo de 10 observações para utilização do ferramental estatístico presente no software ProUCL. O documento enfatiza que essa recomendação não deve ser interpretada de maneira generalizada e indica máximo esforço para coleta de número de amostras baseado nos objetivos de performance adotados no plano de amostragem.

A presente metodologia, baseada nas duas referências citadas, descarta quaisquer resultados com menos de 10 observações, tornando este o número mínimo de pontos para avaliação de suficiência. Contudo, se o número de observações da matriz analisada estiver entre

10 e 20, a análise dos resultados de suficiência será feita com ressalvas a partir do número limitado de amostras.

Em termos de avaliações da espacialidade da resposta para matrizes com continuidade espacial (conduzidas a partir da utilização de modelagem geoestatística), a *Interstate Technology & Regulatory Council* - ITRC (2016) recomenda a necessidade de, ao menos, 15 observações para aplicação de métodos avançados (como a Krigagem Ordinária). Nesse caso, este se torna o quantitativo mínimo para avaliação de suficiência dessas matrizes.

9.3.2.1.4.2 Comparabilidade de dados

Como indicado pela USEPA no documento *“Guidance for Data Usability in Risk Assessment - Part A”* (1991) o agrupamento de dados pode ser desejável do ponto de vista de avaliação de risco. Contudo, a USEPA recomenda a análise de determinados critérios para avaliar a comparabilidade dos dados e seu possível agrupamento. Os critérios são: análises de planos de amostragem (design de amostragem, do inglês *Sampling Design*), métodos de filtração e conservação de amostras, metodologias de análise e limite de quantificação, lista de compostos analisados e comparabilidade dos dados. Este último critério é discriminado em comparabilidade estatística de dados (aplicável a matrizes sem continuidade espacial) e comparabilidade espacial de dados (aplicável a matrizes com continuidade espacial).

A comparabilidade espacial dos dados será realizada no contexto da análise de correlação espacial. Os critérios de métodos de filtração e conservação das amostras, metodologias de análise e limite de quantificação bem como lista de compostos analisados são discutidos em tópico conjunto denominado “metodologia de amostragem”.

USEPA (1991) também indica alguns fatores além da estatística que devem ser levados em consideração quando se objetiva a combinação de dados de campanhas diferentes. Propriedades físicas como padrões climáticos, chuvas e características geológicas em diferentes áreas de exposição são alguns exemplos. Efeitos temporais, como a sazonalidade ou o período de amostragem, entre outros, são analisados separadamente. Considerando esses fatores, a análise de comparabilidade de dados é conduzida após a avaliação de “temporalidade” para devida consideração de efeitos temporais dos dados provenientes de fontes diferentes.

Em caso de dados não-comparáveis e, portanto, não-agrupáveis, serão utilizados os resultados obtidos que privilegiem o maior quantitativo de elementos para condução das análises.

Os tópicos relacionados à análise de plano de amostragem, metodologia de amostragem, temporalidade de dados e comparabilidade estatística de dados são discutidos e detalhados no **APÊNDICE 01**.

9.3.2.1.4.3 Espacialidade

A espacialidade das concentrações observadas é discriminada em matrizes que não apresentam e que apresentam continuidade espacial. Para as primeiras, a elaboração de mapas com pontos discretos associados aos resultados da análise de valores extremos permitirá a avaliação da espacialidade da matriz. Já para matrizes com continuidade espacial é previsto o uso de modelagem geoestatística, conforme exposto a seguir

9.3.2.1.4.3.1 Matrizes com continuidade espacial

A Krigagem é um método de interpolação espacial que permite estimar valores em locais não amostrados e fornece uma estimativa da incerteza nos valores interpolados. Para matrizes com continuidade espacial o “comportamento” dos dados coletados envolve não somente a quantidade, mas também a localização dos pontos e variação espacial das amostras. Tendo em vista essas variáveis que devem ser consideradas, opta-se pelo uso do método da Krigagem Ordinária para análise de suficiência dos dados. Neste método são utilizados modelos probabilísticos, nos quais ponderações consideram a forma e a orientação do conjunto de observações e a incerteza associada aos valores estimados pode ser calculada e minimizada para o ajuste de modelos. Segundo Isaaks e Srivastava (1989), a Krigagem Ordinária é considerada como o “melhor estimador imparcial linear”.

Tendo em vista a escala dimensional das Áreas Alvo a serem estudadas, a heterogeneidade e complexidade relacionadas às características do meio físico, em conjunto com a quantidade de dados e fontes de dados distintas, além da comparabilidade metodológica entre fontes (em termos de análise do plano de amostragem; temporalidade; procedimentos de coleta, conservação e análise laboratorial de amostras) para a aplicação da Krigagem Ordinária para análise de suficiência de dados, foram adotados os seguintes critérios a serem avaliados, listados nos subtópicos seguintes.

Um conceito aplicado no presente projeto foi o de Índice de Dependência Espacial (IDE), apresentado por Cambardella *et al.* (1994), que a partir dos aspectos geométricos do semivariograma, analisa e classifica a dependência espacial dos dados. O índice é expresso pela porcentagem da razão entre o efeito pepita (“*nugget*”) sobre o patamar (“*sill*”). Assim, a porcentagem obtida é utilizada para distinguir diferentes classes de dependência espacial entre as amostras. Para valores entre 0 a 25%, a dependência é classificada como forte. Para valores entre 25 a 75% a dependência é moderada, e para valores superiores à 75% a dependência é fraca.

9.3.2.1.4.3.2 Índice de Moran

As regiões sob análise podem apresentar diversos conjuntos de dados oriundos de fontes distintas. Nesse caso, o teste de análise de correlação espacial do índice de Moran será realizado com o objetivo de:

- Verificar se, para a configuração da malha envolvendo o agrupamento de diferentes conjuntos, há correlação espacial positiva;
- Quantificar e classificar a correlação espacial dos agrupamentos de conjuntos de amostras.

Para isso, a análise será realizada para os conjuntos de amostras totais de cada região avaliada.

Segundo indicado no livro “Análise Espacial de Dados Geográficos” desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a correlação espacial de um conjunto de dados pode ser medida através do índice de Moran (CÂMARA *et al.* 2004).

O índice de Moran (I) mede a autocorrelação espacial de um conjunto de dados a partir do produto dos desvios em relação à média. Este índice é uma medida global da autocorrelação espacial, pois indica o grau de associação espacial presente no conjunto de dados. O índice de Moran (I) presta-se a um teste cuja hipótese nula é de independência espacial, neste caso, seu valor seria zero. No caso de índices diferentes de zero a independência espacial dos dados é descartada pelo teste. Neste caso abordagens puramente estatísticas não devem ser realizadas, uma vez exigem independência de dados. Para índices diferentes de zero, o teste de Moran indica que há autocorrelação espacial, ou seja, os dados não são independentes espacialmente.

Valores positivos (entre 0 e 1) indicam correlação direta e negativos (entre 0 e -1) correlação inversa, enquanto a proximidade de 1 (em módulo) indica a intensidade dessa correlação. Neste caso, índices distantes de 1 (próximos de 0) são classificados como correlação fraca e índices próximos de 1 são classificados como correlação forte.

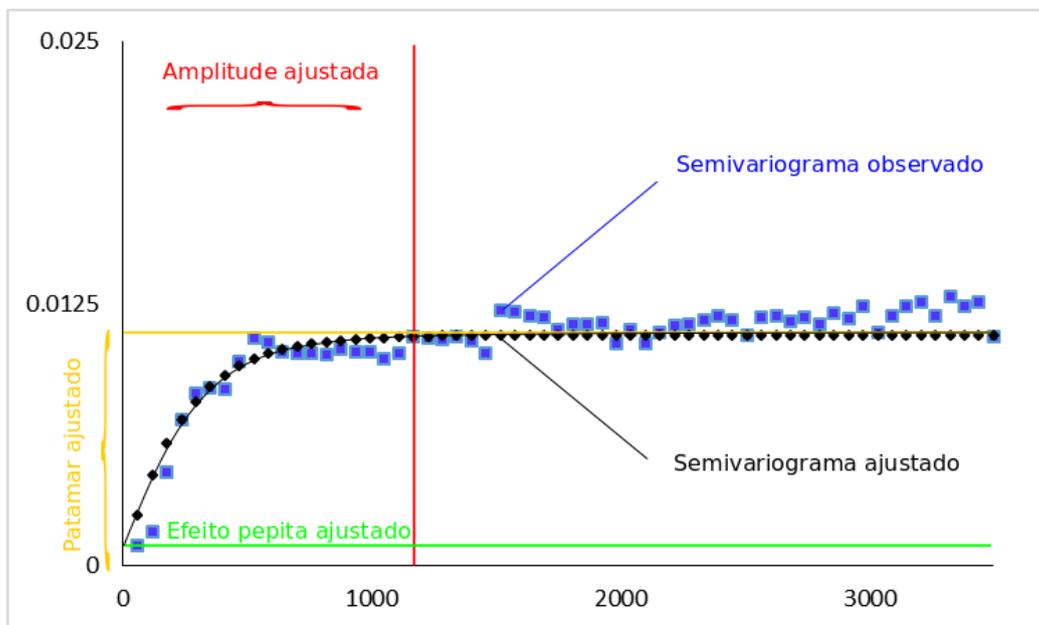
A validade estatística do índice de Moran (I) é avaliada a partir do teste de pseudo-significância para o índice. Nesse teste são geradas diferentes permutações dos valores de atributos associados às diferentes regiões do espaço; cada permutação produz um novo arranjo espacial, onde os valores estão redistribuídos entre as regiões. Como apenas um dos arranjos corresponde à situação observada, pode-se concluir uma distribuição empírica de I. Se o valor do índice I medido originalmente corresponder a um “extremo” da distribuição simulada, então se tratará de valor com significância estatística.

A significância máxima adotada para as análises de correlação espacial da presente metodologia será de 10%. Neste caso, se a pseudo-significância calculada nos testes for igual ou inferior a 0.10, o teste será validado estatisticamente, ou seja, a interpretação do índice será válida. No caso de valores acima de 10%, o teste passa a ser inconclusivo e a autocorrelação deverá ser medida através de outra metodologia.

9.3.2.1.4.3.3 Ajuste de semivariograma

Ao modelar o semivariograma, a autocorrelação pode ser avaliada e quantificada por meio da modelagem espacial. Na modelagem espacial, um semivariograma sintético, também chamado de empírico, é gerado com base em um modelo matemático (exponencial, esférico, gaussiano, etc.) e os parâmetros são ajustados com o objetivo de aderir ao semivariograma de semivariâncias observadas (Figura 4).

Figura 4 - Exemplo Esquemático de geração de semivariograma

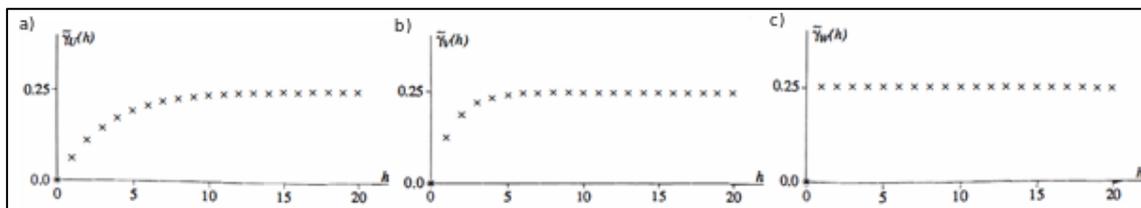


O semivariograma empírico fornece informações sobre a autocorrelação espacial dos conjuntos de dados. No entanto, eles não fornecem informações para todas as direções e distâncias possíveis. Dessa forma, o ajuste do semivariograma tem como objetivo garantir que as predições da krigagem tenham maior aderência aos dados observados. Entretanto, dados amostrados podem não apresentar um padrão claro de continuidade espacial e no caso de compartimentos ambientais analisados no âmbito das geociências (solo e água subterrânea) a falta de padrão de continuidade espacial pode ser um indicativo de insuficiência no número de amostras ou de erros de amostragem (ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989).

Para semivariogramas empíricos ajustados, a progressão da curva é um indicador de continuidade da variável observada no espaço. Um semivariograma com comportamento

parabólico e com crescimento “lento” (Figura 5a) reflete boa continuidade espacial, já uma forma linear e com crescimento “rápido” Figura 5b) reflete moderada continuidade no espaço (ISAACS & SRIVASTAVA, 1989). No caso de inclinações aproximadamente perpendiculares desde a origem (Figura 5c), o modelo reflete a ausência de continuidade espacial.

Figura 5 - Modelos de curvas nos semivariogramas



Fonte: retirado de Isaacs & Srivastava (1989).

O parâmetro de *lag* é ajustado com base no critério sugerido pela ESRI (2020): o tamanho do *lag* pode ser adotado como distância média entre pontos e seus vizinhos mais próximos e o número de *lags* é ajustado de acordo com a maior distância do conjunto de dados observados, preferencialmente não superando metade do valor máximo. Entretanto, durante a modelagem espacial esses parâmetros não necessariamente precisam se adequar a esses critérios, uma vez que não se trata de regras explícitas, mas de sugestões para ajustes iniciais. Já os parâmetros de patamar e efeito pepita são ajustados com base direta na modelagem espacial, de forma a gerar maior adesão do semivariograma empírico e aos dados observados.

9.3.2.1.4.3.4 Regressão linear

A partir do ajuste do semivariograma do conjunto de dados é gerado um modelo de interpolação numérico para as concentrações distribuídas em função das coordenadas espaciais. Um modelo de regressão linear simples (MRLS) entre as concentrações medidas e as concentrações estimadas pela interpolação será analisado.

Para avaliação da adequação do modelo ajustado serão utilizados o coeficiente de determinação (R^2) da interpolação e uma breve análise de erros residuais (diferença entre o valor observado nas amostras e o valor estimado pelo modelo).

O coeficiente de determinação (R^2) de um MRLS reflete a porcentagem da variabilidade total da variável predita (no caso, concentração interpolada em função do espaço) explicada pelo modelo proposto. Nesse sentido, quanto maior a aderência dos dados ao modelo, maior será o coeficiente de determinação (R^2).

Para os modelos de regressão linear analisados no escopo da presente metodologia, uma análise sobre seus erros residuais será conduzida a partir do gráfico de erro residual em função

dos valores de concentração observados. Nesse gráfico o eixo horizontal centrado em $y=0$ será ressaltado, bem como a reta de tendência estimada para o erro residual em função da concentração observada. Quanto maior for a aderência do modelo de interpolação ajustado, mais horizontal será a tendência encontrada entre os erros residuais em função das concentrações. Em outras palavras, quanto mais ajustado o modelo for aos dados analisados, menor será a dependência do resíduo em função da concentração dos pontos.

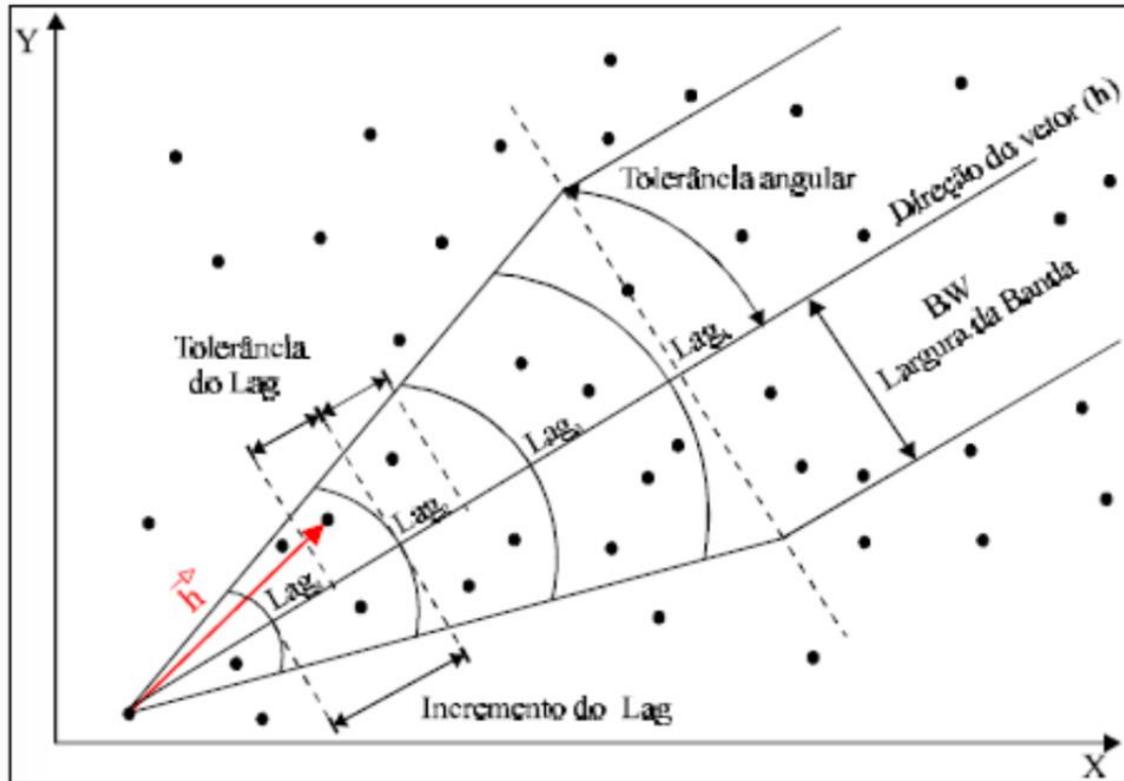
9.3.2.1.4.3.5 Análise de dados

Para a análise dos dados presentes em cada macrorregião, são realizados dois tipos de análises, sendo a primeira em escala regional e a segunda em escala local. A principal diferença entre as duas escalas é a diferença do tamanho do *lag*.

Como observado na Figura 6, a distância do *lag* influencia no cálculo da semivariância. Para *lags* menores, a semivariância é calculada em função de combinações de amostras mais próximas entre si, o que leva ao cálculo de cada semivariância média com um menor conjunto de pares e, para uma distância máxima fixada de investigação, uma maior quantidade de semivariâncias médias calculadas em comparação com *lags* maiores.

A definição dos tamanhos de *lag* para escala regional e local seguem, respectivamente, a distância média entre pontos vizinhos esperada e distância média observada. Como consequência das definições de *lag*, espera-se que modelos de escala regional apresentem variações mais suavizadas em comparação com modelos de escala local.

Figura 6 - Parâmetros de Cálculo de Semivariograma



Fonte: Adaptado de Kazuo (2013).

A metodologia da Krigagem Ordinária será executada a partir do uso da extensão *Geostatistical Analyst* do software ArcGIS ou por algoritmo próprio (programado nas linguagens R e Python). A determinação das análises relacionadas ao índice de Moran é executada a partir do uso de algoritmo próprio (programado nas linguagens R e Python).

Nesses programas, os seguintes passos serão executados nesta ordem:

- (1) Os dados serão importados e as duplicatas serão excluídas por meio do critério de seleção da maior concentração observada no ponto;
- (2) A distribuição de dados será avaliada a partir da construção de histogramas de dados brutos e transformados (transformação logarítmica). A opção de maior simetria será adotada para os passos seguintes;
- (3) O índice de Moran será calculado e validado ou descartado a partir do teste de pseudo-significância;
- (4) Métricas de distância entre pontos serão calculadas. Dentre elas serão elencadas as distâncias máximas e mínimas dentro do conjunto de amostras bem como as

distâncias médias observadas e esperadas (com base em uma malha de pontos regular) entre pontos vizinhos.

- (5) O semivariograma dos dados será modelado com base na modelagem espacial para o modelo de maior aderência aos dados observados;
- (6) O mapa de quantil (95%) será solicitado;
- (7) O mapa de incerteza (*Prediction Standard Error*) será fornecido pelo programa, partindo-se dos mesmos parâmetros utilizados no item (5).

A avaliação de suficiência baseada na espacialidade será realizada com base os seguintes critérios:

- Análise de distribuição de dados brutos e transformados
- Avaliação do índice de Moran e do teste de pseudo-significância, onde se constatará (ou não) a correlação espacial do conjunto total de amostras da região objeto de análise;
- Avaliação do ajuste do semivariograma às semivariâncias médias observadas dos dados observados, onde será verificada novamente se foi identificada (ou não) a correlação espacial do conjunto de amostras da região objeto de análise e será feita avaliação da compatibilidade do IDE com o estimado pelo índice de Moran;
- Avaliação de aderência do semivariograma dos dados ajustados e comparação das distâncias de correlação do semivariograma com as métricas de distância entre pontos vizinhos;
- Avaliação da adequação do modelo de previsão a partir do coeficiente de determinação (R^2) da tendência (valor estimado) em função da concentração observada e análise dos erros residuais encontrados;
- Análise da distribuição de isovalores de concentrações nos mapas de quantis;
- Análise da distribuição de isovalores de concentrações nos mapas de incerteza;
- Análise da distribuição de isovalores da associação de concentrações dos mapas de quantil e incerteza.

Em caso de semivariogramas que não possibilitem a identificação de correlação espacial, ou seja, sem aderência às semivariâncias médias observadas e coeficientes de tendências

inferiores aos coeficientes de resíduos, serão consideradas como amostragens insuficientes para os critérios de análise.

9.3.2.1.4.4 Condução dos testes de hipótese e análise de valores extremos

Para matrizes sem continuidade espacial será prevista a condução de testes de hipótese comparando a média populacional com o parâmetro de risco definido (C_s). O teste de hipóteses será definido de forma que a hipótese nula considera o local como “contaminado” ($\mu_0 \geq C_s$), ou seja, com concentração média superior ao parâmetro de risco, e a hipótese alternativa considera o local como “não-contaminado” ($\mu_1 < C_s$).

A condução do teste levará em conta os possíveis erros tipo I e tipo II.

O erro tipo I ocorre ao afirmar, a partir da conclusão do teste estatístico, que uma região não está contaminada (em média) quando de fato ela está. O valor adotado nas análises para esse erro (α) será de 5%. O erro tipo II ocorre ao se afirmar que uma região está contaminada (em média) quando de fato ela não está. Uma vez que o erro tipo II é um erro a favor da segurança, ou seja, ao ocorrer é fornecida uma abordagem mais conservadora à avaliação de suficiência, seu valor adotado será menos restritivo que o erro tipo I, com $\beta=20\%$. Dessa forma, especificados os erros toleráveis de ambos os tipos, o teste será conduzido a partir do cálculo do valor crítico (ou de barreira), da média e desvio-padrão amostrais e/ou do p-valor associado.

O valor crítico será calculado a partir do seguinte equacionamento:

$$\overline{x}_{crítico} = C_s - t_{(1-\alpha),df} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Em que

C_s : parâmetro de risco

$t_{(1-\alpha),df}$: é o valor da distribuição t-student avaliada para $(1-\alpha)\%$ de probabilidade com df graus de liberdade (nesse caso, o número de elementos amostrais subtraído da unidade)

S : desvio padrão amostral

n : número de elementos amostrais

Quando a média amostral é menor que o valor crítico (ou p-valor <0.05) a hipótese nula é rejeitada, ou seja, pode-se afirmar que a concentração média populacional está abaixo do parâmetro de risco (C_s) ao nível de 5% de significância. A rejeição do teste implicará em controle do erro tipo I, que como já visto, é de maior preocupação.

Quando a média amostral é maior que o valor crítico (ou p-valor >0.05), a hipótese nula não é rejeitada, ou seja, não se pode afirmar que a concentração média populacional esteja abaixo de C_s . Para esse caso faz-se necessária a verificação do controle do erro tipo II. O documento

USEPA (2000) indica uma maneira analítica de verificar esse controle por meio do cálculo da estatística “m”, a partir do desvio padrão amostral (S), dos erros tipo I e tipo II adotados e de um valor de concentração médio de uma população não-exposta (μ_1).

$$m = \frac{S^2(Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2}{(C_s - \mu_1)^2} + 0.5(Z_{1-\alpha})^2$$

Se o número de pontos coletados (n) for maior que “m” o erro tipo II é controlado. Caso contrário, o resultado do teste não poderá ser avaliado, uma vez que o número de elementos coletado é insuficiente (USEPA, 2000). Nesses casos, amostras complementares podem ser necessárias para avaliação dos resultados do teste de hipótese.

Após a realização do teste de hipótese mencionado, uma análise de valores extremos será conduzida. Em casos de testes “não-rejeitados” e sem controle do erro tipo II, tal análise pode servir para “discriminar” os dados em um conjunto considerado “normal” e outro com as maiores concentrações observadas e possibilitar a reavaliação do teste de hipótese para cada classificação.

A fim de possibilitar o uso de “testes de *outliers*”, a normalidade dos dados será testada. Gráficos do tipo QQPlot serão gerados “com” e “sem” discriminação de *outliers*, definidos inicialmente a partir do critério da distância interquartílica ($1,5 \cdot \text{DIQ}$, DIQ: Distância Interquartil) de TUCKEY (1977). Nesse momento, o limite superior de *outlier* via definição de TUCKEY (denominado nas análises como LS) associado ao valor de C_s do analito e a análise baseada em julgamento profissional possibilitarão a definição de *outliers* a serem discriminados e tratados separadamente. A normalidade dos dados será testada com o Teste de normalidade de SHAPIRO-WILK (1965) em ambas configurações: “sem” e “com” exclusão de valores anômalos, assumindo significância de 5%. Em caso de “não rejeição” do teste de normalidade (p-valor > 0.05), ou seja, assumindo distribuição normal dos dados, a necessidade de testes de *outlier* será verificada. A escolha do teste de *outlier* dependerá das condições de normalidade, *outliers* múltiplos e tamanho da amostra (USEPA, 2000).

Quando conveniente, o conjunto de valores anômalos discriminado poderá ser avaliado por meio de gráfico QQPlot individual associado ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

Após a discriminação dos valores nas duas classificações (conjunto denominado “normal” e *outliers*) uma avaliação da espacialidade das concentrações será realizada a partir da elaboração de mapas geográficos com identificação dos conjuntos dentro da região avaliada.

9.3.2.2 Seleção de Substâncias Químicas de Interesse (SQI)

Uma Substância Química de Interesse (SQI) em estudos de ARSH é aquela substância química quantificada em amostras de pelo menos um compartimento do meio físico ou ambiental em uma Área Alvo, cuja concentração esteja acima dos padrões legais aplicáveis (PLA)

relacionado a esse compartimento ou aquelas que não possuem padrão legal definido. A seleção das substâncias químicas de interesse deverá ser realizada por sua comparação com o padrão legal aplicável, que resultará na definição das SQIs, ou seja, todas as substâncias químicas que apresentarem concentrações acima dos padrões legais aplicáveis, ou que não possuem um PLA, serão selecionadas como SQIs.

Neste contexto, a seleção das SQIs para uma determinada Área Alvo terá como base os dados secundários obtidos na etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local* e os dados primários obtidos pela execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*, aplicando-se os procedimentos técnicos descritos nas “Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos” (MS, 2010).

A seleção será realizada por meio da identificação das substâncias químicas para cada fonte de contaminação secundária, conforme os critérios a seguir:

- 1 Listar para cada compartimento de interesse do meio físico e pontos onde ocorrem concentrações das substâncias químicas pelo seguinte critério:
 - a) As identificadas analiticamente acima do Limite de Quantificação da Amostra (LQ);
 - b) As que possuem resultados válidos;
 - c) As que estão acima dos Padrões Legais Aplicáveis (Valores de Investigação, Padrões de Potabilidade, entre outros). A comparação das concentrações obtidas nas amostras de cada compartimento do meio físico com Padrões Legais Aplicáveis (PLA), seguirá a seguinte ordem de priorização:
 - Comparação com Padrões Legais Locais (Municipais e Estaduais);
 - Comparação com Padrões Legais Federais Nacionais;
 - Comparação com Padrões Legais de outros Municípios e Estados;
 - Comparação com Padrões Legais Internacionais reconhecidos nacionalmente.
- 2 Listar as substâncias químicas que não possuem Padrão Legal Aplicável para um determinado compartimento do meio físico ou ambiental de interesse.

As substâncias químicas selecionadas conforme os critérios especificados acima também serão avaliadas pelos seguintes critérios:

- Deve possuir dados toxicológicos validados cientificamente e disponíveis;
- Deve possuir dados físico-químicos validados cientificamente e disponíveis;
- Deve possuir relação R_{ij}/R_j (fator de risco para a substância i no meio j /fator de risco total no meio j) superior a 0,01.

Conforme destacado anteriormente, toda substância química cujas concentrações forem superiores ao PLA, assim como aquelas que não possuem PLA para um determinado

compartimento ambiental, serão classificadas como SQIs e, portanto, avaliadas nos Estudos de ARSH na etapa de *Implicações na Saúde Pública*, mesmo que em concentrações inferiores aos níveis basais no Região de Exposição Direta (RED).

Os valores a serem considerados como valores de corte para seleção de SQI, serão aqueles correspondentes à matriz ambiental na qual a substância química ocorre, ou seja, sempre serão comparadas concentrações de substâncias químicas de uma matriz ambiental com o PLA correspondente para aquela matriz. Casos específicos como poeira domiciliar serão discutidos a seguir.

9.3.2.3 Classificação de Substâncias Químicas de Interesse

Após a definição da substância química de interesse (SQI) conforme descrito acima, mais duas etapas serão cumpridas visando o estabelecimento da correlação espacial química entre as concentrações de SQI que ocorram associadas a lama de rejeitos e as concentrações associadas ao nível de base local (background), a saber:

- Comparação com concentrações de regiões não impactadas (locais de referência);
- Comparação com concentrações de níveis basais (*background*).

Os dois últimos itens apresentados acima serão executados com o objetivo de classificar a substância química de interesse como relacionada ou não ao rompimento da barragem B-I, e não influenciarão na classificação da inicial de SQIs. Reforça-se que toda substância química cujas concentrações forem superiores ao PLA, assim como aquelas que não possuem PLA para um determinado compartimento de interesse, serão classificadas como SQIs e, portanto, avaliadas na etapa de *Implicações na Saúde Pública*.

Para a classificação de uma substância química de interesse previamente definida será levado em conta outras fontes de contaminação potenciais existentes na Bacia do Rio Paraopeba e a avaliação de distribuição espacial destas substâncias em função de possíveis ocorrências geoquímicas e pedoquímicas específicas regionais. As substâncias químicas de interesse serão consolidadas e classificadas em lista dividida por matriz ambiental e as substâncias químicas avaliados, considerando:

- a) Substâncias Químicas não Classificadas como Substância Química de Interesse: para as substâncias químicas cujas concentrações não excederam aos Padrões Legais Aplicáveis (PLA);
- b) Substância Química de Interesse relacionada ao rompimento da barragem B-I: substância cuja concentração se encontra acima do PLA para um determinado compartimento ambiental ou que não possuam PLA para esse compartimento e quando a concentração do composto em um dado compartimento ambiental for maior na área afetada do que na área não

afetada e maior do que o nível de concentração basal. Adicionalmente, concentração da substância química na fonte primária (rejeito da barragem B-I) será levada em consideração;

c) Substância Química de Interesse potencialmente remobilizada pelo rompimento da barragem B-I : substância que não compõe o rejeito original presente na barragem B-I, cuja concentração se encontra acima do PLA para um determinado compartimento ambiental ou que não possuam PLA para esse compartimento e quando comparada com a composição típica do rejeito da barragem B-I possui concentrações superiores às concentrações encontradas neste rejeito, e quando a concentração da substância química em um dado compartimento ambiental for maior na área afetada do que na área não afetada e maior do que o nível de concentração basal. Nesta classe de SQIs será avaliada a possibilidade de correlação das substâncias químicas correlacionadas a outras fontes de contaminação não associadas ao rompimento de barragem B-I.

d) Substância Química de Interesse não relacionada ao rompimento da barragem B-I: substância cuja concentração se encontra acima do PLA para um determinado compartimento ambiental ou que não possuam PLA para esse compartimento e quando a concentração da substância química em um dado compartimento ambiental for menor na área afetada do que na área não afetada ou menor que o nível de concentração basal.

9.3.2.3.1 Comparação com Concentrações de Regiões não Impactadas

A comparação entre níveis encontrados em regiões impactadas e não impactadas (locais de referência) servirá tão somente para classificar as SQI em relacionadas ao rompimento e não relacionadas a este evento. Esta etapa torna-se necessária para determinação da correlação da distribuição das substâncias químicas de interesse na LC, REI e RNE em relação ao rompimento da barragem B-I.

Esta etapa será realizada para as substâncias químicas de interesse, selecionadas na etapa de *Seleção de Substâncias Químicas de Interesse (SQI)*.

Para a comparação das concentrações detectadas em áreas alteradas ambientalmente e não alteradas (locais de referência) pelo rompimento da barragem B-I serão realizados os seguintes passos:

- 1 **Resumo Estatístico dos Dados:** Serão apresentadas as seguintes informações por substância química de interesse para cada matriz ambiental dos modelos conceituais de cada área alvo: número de amostras coletadas por região de exposição (LC, REI e RNE); concentração mínima; concentração máxima; concentração média; e desvio padrão. Em seguida, serão identificadas as substâncias químicas de interesse cujas concentrações médias no Região de Exposição Direta (RED) são maiores que as concentrações médias na região de não-exposição (RNE).

- 2 Análise de Variância (ANOVA): Será conduzida análise de variância (ANOVA) de um fator (F), com o objetivo de avaliar se a região de exposição é um fator significativo para explicar a ocorrência das concentrações detectadas. A análise ANOVA será realizada para as substâncias químicas de interesse que foram identificadas ao final da execução do item 1 acima, para cada matriz ambiental.

Os passos acima visam responder à pergunta: a concentração da substância química de interesse na área afetada é maior do que na área não afetada e não correlacionada a outras fontes de contaminação?

Caso a resposta a essa pergunta seja positiva, as concentrações da substância química de interesse detectadas na área afetada serão comparadas com os níveis de concentração basais, conforme seção *Comparação com concentrações de níveis basais*.

Caso a resposta a essa pergunta seja negativa, a substância química de interesse será classificada como não relacionada ao rompimento.

9.3.2.3.2 Comparação com concentrações de níveis basais

Esta etapa será realizada para as substâncias químicas de interesse, selecionadas no item *Comparação com Concentrações de Regiões não Impactadas*.

As concentrações detectadas das substâncias químicas acima dos valores de referência regulatórios, e cujos resultados da análise ANOVA indicam que a região de exposição é um fator significativo para explicar a ocorrência das concentrações, serão comparadas com os níveis de concentrações basais obtidos para cada área alvo, para cada matriz ambiental, quando disponíveis.

De forma geral, os níveis de concentrações basais serão obtidos de estudos de caracterização ambiental realizados na Área Alvo em estudo antes do evento de rompimento. Os níveis de concentração basal também serão definidos conforme descrito no “*Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R-92/003), PART B. Developing Chemical-Specific Preliminary Remediation Goals Based on Protection of Human Health*”.

Quando a concentração da substância química de interesse detectada na área impactada pelo rompimento da barragem B-I for maior que o nível de concentração basal, a substância química de interesse será classificada como substância relacionada ao rompimento. Por outro lado, quando a concentração da substância química de interesse detectada na área afetada for menor ou igual ao nível de concentração basal, ela será classificada como substância não relacionada ao evento.

9.3.3 Identificação do Compartimento Ambiental e Mecanismos de Transporte

Esta etapa tem como objetivo a interpretação dos dados ambientais validados e a revisão dos mecanismos de transporte relacionados às substâncias químicas de interesse identificadas na etapa de *Seleção dos Contaminantes de Interesse*. Esta tarefa será desenvolvida conforme Seção 5.4 das Diretrizes do MS.

Uma vez identificados os compartimentos do meio físico e ambientais de interesse para a ARSH, devem ser avaliados os mecanismos de transporte e de transformação que poderiam influir na migração das SQIs da fonte secundária de contaminação até o ponto de exposição (PDE), sendo que o foco principal desta avaliação serão os compartimentos de interesse da região impactada pelo rompimento da barragem B-I.

Uma vez avaliados os mecanismos de transporte e transformação para um determinado compartimento de interesse (do meio físico ou ambiental) serão identificados os possíveis pontos de exposição (PDE) associados a rota de exposição do compartimento avaliado.

Conforme ATSDR (2005) na página 7-14 (*Choosing the Most Appropriate Exposure Point Concentration*) e diretrizes do Ministério da Saúde na página 64 item 7.1.5 (Cálculo da Dose de Exposição), pode-se utilizar para quantificação das concentrações nos pontos de exposição uma média dos valores encontrados acima dos padrões de referência ou, pelo Princípio da Precaução, elege-se o maior valor encontrado no compartimento de interesse (do meio físico ou ambiental). Ambas as referências indicam que o uso de valores médios é aceitável, não restringindo a quantificação pelo valor máximo de concentração no ponto de exposição.

Sendo assim, para cada substância química de interesse em um determinado compartimento ambiental será avaliada, além dos mecanismos de transporte e transformação, as concentrações detectadas na área serão avaliadas estatisticamente. Serão determinados e apresentados em tabelas: quantidade de resultados, porcentagem de detecção, percentis das concentrações detectadas, concentração mínima, concentração máxima e desvio padrão. A concentração que representa o 95 UCL (percentil de 95% de confiança da média aritmética) da substância química de interesse em um determinado compartimento ambiental será determinada através do software ProUCL, versão 5.1 da US EPA (US EPA, 2015).

9.3.4 Mecanismos de Transporte e Destino dos Contaminantes

Após interpretação dos dados ambientais disponíveis para a Área Alvo em estudo, deverão ser identificados os mecanismos de transporte relacionados às substâncias químicas de interesse em cada compartimento ambiental, conforme Seção 5.5 das Diretrizes do MS.

9.3.5 Fatores Específicos de Natureza Química que Influenciam no Destino dos Contaminantes e no Transporte Ambiental

Conforme a Seção 5.6 das Diretrizes do MS, na discussão dos mecanismos de transporte deverão ser consideradas propriedades físicas e químicas que possam influenciar a migração e transporte das substâncias de interesse.

Entre os principais fatores que serão avaliados temos:

- Solubilidade em Água;
- Pressão de Vapor;
- Constante da Lei de Henry;
- Coeficiente de Partição de Carbono Orgânico (K_{OC});
- Coeficiente de Partição Octanol/Água (K_{OW});
- Fator de Bioconcentração (FBC);
- Velocidade de Transformação e de Degradação.

Adicionalmente, informações constantes no capítulo 3 do documento “Framework for Metals Risk Assessment” da US EPA (2007) poderão ser utilizadas para complementar a análise dos fatores específicos de natureza química que influenciam no destino dos contaminantes e no transporte ambiental.

9.3.6 Fatores Específicos do Local de Estudo que influenciam no Destino e Transporte Ambiental dos Contaminantes

Fatores específicos da Área Alvo em estudo também deverão ser incluídos na discussão sobre mecanismos de transporte. Os fatores específicos mínimos da Área Alvo a serem avaliados devem incluir o que é apresentado na Seção 5.7 das Diretrizes do MS.

O levantamento desses fatores será realizado na etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local*.

9.3.7 Amostragens Ambientais Representativas e Confiáveis do Local

Considerando o disposto na seção 5.8 das diretrizes do MS, será avaliado se os dados validados conforme seção 9.3.1.1.2.2, são suficientes para caracterizar o transporte das SQIs e a magnitude da contaminação associada ao rompimento da barragem B-I. Para isto devem ser considerados os seguintes passos:

- Revisar as deficiências quanto ao número, localização, período coberto e qualidade das amostras obtidas durante as expedições de campo realizadas para execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*.

- Mencionar explicitamente os meios que não tenham sido amostrados durante as expedições de campo realizadas para execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*.
- Considerar todas as orientações para verificação e validação dos dados sobre compartimentos do meio físico e ambientais constantes na seção 9.3.1.1.2.2.

9.3.8 Modelos de Transporte Ambiental

Conforme a Seção 5.9 das Diretrizes do MS, modelos de transporte ambiental poderão ser utilizados apenas para conceituação dos mecanismos de transporte identificados para a substâncias químicas de interesse da Área Alvo em estudo.

Para os Estudos de ARSH seguindo as Diretrizes do MS, não devem ser utilizadas concentrações ambientais preditas a partir de modelos de transporte ambiental para estimar a dose de exposição humana ou para obter conclusões relacionadas com a saúde. Informações proporcionadas por modelos não podem servir como substituto de medições atuais das condições existentes quando se determinam as implicações para a saúde pública.

Caso sejam utilizados dados provenientes destes modelos, deve-se deixar isto claramente assinalado no relatório, bem como as suas incertezas e limitações. Em outras palavras, nos casos onde um modelo de transporte ambiental for aplicado e o resultado indicar risco, deverão ser coletadas amostras nos compartimentos ambientais onde o modelo apontar o risco para que este seja confirmado ou refutado a partir do dado da real condição existente.

9.4 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO

Esta etapa tem como objetivo identificar e avaliar as rotas de exposição relevantes ao estudo de ARSH, seguindo a metodologia do Ministério da Saúde, conforme a Seção 6 das Diretrizes do MS.

Uma Rota de Exposição caracteriza-se por ser o caminho percorrido por uma SQI a partir da fonte de contaminação até entrar em contato com o ser humano, sendo esta composta por cinco elementos:

- [1] Fonte de contaminação: Seguindo a Seção 6.1 das Diretrizes do MS, será definida como fonte de contaminação primária o rompimento da barragem B-I, e fonte de contaminação secundária os compartimentos do meio físico (solo superficial e subsuperficial, água superficial e subterrânea, sedimento, poeira domiciliar) e ambientais (alimentos vegetais, alimentos animais, biota), ambos caracterizados no ponto de exposição (PDE).

- [2] Compartimento de interesse: Seguindo a Seção 6.2 das Diretrizes do MS, os compartimentos de interesse a serem considerados serão solo superficial e subsuperficial, água superficial e subterrânea, sedimento e poeira domiciliar (compartimentos do meio físico) e, alimentos vegetais, alimentos animais e biota (compartimentos ambientais);
- [3] Ponto de exposição (PDE): Seguindo a Seção 6.3 das Diretrizes do MS, será considerado como PDE o local onde pode ocorrer ou ocorre o contato humano com o compartimento do meio físico ou ambiental contaminado pelo evento de rompimento da barragem B-I (residências, local de trabalho, parque desportivo, jardim, curso ou corpo de água, manancial, poço de água subterrânea ou áreas destinadas para agricultura e pecuária).
- [4] Via de exposição (vias de ingresso): Seguindo a Seção 6.4 das Diretrizes do MS, serão consideradas como vias de ingresso (conforme quadro 6 das diretrizes do Ministério da Saúde. p. 43) a ingestão (solo superficial, sedimento, poeira domiciliar, água subterrânea, água superficial, alimentos vegetais e animais), inalação (solo superficial e sedimento superficial) e contato dérmico (água subterrânea, água superficial, solo superficial e sedimento superficial).
- [5] População receptora: Seguindo a Seção 6.5 das Diretrizes do MS, serão consideradas como populações expostas ou potencialmente expostas os residentes rurais e urbanos, trabalhadores rurais e urbanos, trabalhadores de obras civis, trabalhadores e residentes eventuais, praticantes de atividades recreacionais e praticantes de pesca (esportiva, para consumo próprio ou para venda). A população receptora será definida com a maior precisão possível. A localização das populações receptoras será apresentada em mapas e levará em consideração os requisitos da Seção 6.5.1 das Diretrizes do MS. Cada Área Alvo em estudo será considerada como única e individual, com o objetivo de se determinar as características distintas que poderiam aumentar ou retardar a frequência e magnitude da exposição humana, sendo que serão observados os seguintes fatores: idade da população, condições climáticas, acessibilidade à área de estudo, usos do solo e dos recursos naturais. Também será realizada a estimativa do tamanho das populações receptoras expostas ou potencialmente expostas a cada uma das rotas de exposição identificada para a Área Alvo em estudo.

Será considerado que uma rota de Exposição será sempre composta pelos cinco elementos listados acima. O quadro 4 das diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010. p. 37) será utilizado para consolidação das Rotas de Exposição identificadas para a Área Alvo em estudo, com base nos resultados obtidos na etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua*

Saúde e na etapa de *Implicações na Saúde Pública* e na etapa de *Levantamento e Avaliação da Informação do Local*.

9.4.1 Categorização das Rotas como Potenciais ou Completas

As rotas de exposição serão classificadas como completas ou potenciais, conforme a Seção 6.6 das Diretrizes do MS. Cada rota completa ou potencial representará uma condição de exposição passada, presente ou futura. Nos estudos de ARSH serão discutidas sempre as rotas de exposição completas e potenciais, sendo que todas as SQIs associadas a estas rotas de exposição serão avaliadas na seção de *Implicações à Saúde Pública*.

Será considerada como rota de exposição completa aquela em que os cinco elementos listados anteriormente foram identificados, ligando desta forma a fonte de contaminação (primária ou secundária) à população receptora (expostas ou potencialmente expostas). Independentemente de ter ocorrido no passado, presente ou futuro, em todos os casos em que a rota seja completa, a população será considerada exposta. Cada rota de exposição completa será discutida separadamente e apresentada com os cinco elementos (fonte de contaminação, compartimentos de interesse (do meio físico e ambientais), ponto de exposição, via de exposição (via de ingresso) e população receptora) conectados logicamente.

Uma rota de exposição será categorizada como potencial quando faltar um ou mais dos elementos que constituem uma rota de exposição. Também serão incluídas nesta categoria aquelas rotas para as quais se empregou a modelagem a fim de completar lacunas de informação. Uma rota potencial indicará que a exposição a uma SQI pode ter ocorrido no passado, que pode ocorrer no presente ou que poderá ocorrer no futuro.

9.4.2 Eliminação de uma Rota de Exposição

Uma rota de exposição será eliminada se ao menos um dos seus cinco elementos está ausente e nunca ocorrerá. O julgamento profissional será usado para eliminação de uma rota de exposição por falta de dados ambientais. Se uma rota de exposição suspeita não pode ser categorizada como completa ou potencial e nenhum contaminante de interesse é identificado, a rota será eliminada.

9.4.3 Exposição Humana

Serão consideradas três categorias de exposição humana conforme orientação das diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010. p. 49), a saber: população exposta, população potencialmente exposta e exposição desconhecida.

Uma população será considerada como exposta se existiu, existe ou existirá, uma rota de exposição completa que liga o contaminante a esta população. Uma população exposta inclui

peessoas que no passado, presente ou futuro, ingerem, inalam ou entram em contato com uma ou mais SQIs considerando as rotas de exposição completas.

Uma população será considerada como potencialmente exposta se uma rota de exposição potencial tenha existido no passado, existe no presente ou existirá no futuro.

Uma população será considerada com exposição desconhecida quando não foi possível estabelecer uma rota de exposição completa ou potencial.

9.5 IMPLICAÇÕES NA SAÚDE PÚBLICA

Nas etapas anteriores descritas neste documento, foram estabelecidos os procedimentos para caracterização da contaminação ambiental, identificando as SQIs e analisando todas as possíveis rotas de exposição humana, desde as fontes secundárias associadas ao rompimento da barragem B-I, e todos os caminhos percorridos (atuais, passados ou futuros) até atingir a população. Foram definidos ainda métodos para identificar as populações expostas, suas preocupações com relação à contaminação, bem como seus hábitos, características sociodemográficas e econômicas.

Essa etapa tem como objetivo estabelecer e identificar as possíveis implicações à saúde relacionadas às substâncias químicas de interesse identificadas para cada rota de exposição válida da Área Alvo em estudo. O desenvolvimento dessa etapa seguirá o disposto na Seção 7 das Diretrizes do MS e será dividido em três tópicos principais:

- a. Avaliação Toxicológica;
- b. Avaliação dos Dados e dos Estudos de Saúde Existentes;
- c. Avaliação e Resposta às Preocupações da Comunidade com sua Saúde.

É importante destacar que para que se estabeleçam as implicações para a saúde para os estudos de ARSH a serem desenvolvidos para regiões impactadas pelo rompimento da barragem B-I na Bacia do Rio Paraopeba, é fundamental que tenham sido definidos quais as SQIs que entram em contato com a população e suas rotas de exposição. De igual importância será a avaliação de todas as informações de saúde referentes à(s) população(ões) exposta(s), além de suas preocupações diante deste impacto. Essas informações são a base para a realização dos três componentes da etapa implicações para saúde pública.

9.5.1 Avaliação Toxicológica

9.5.1.1 Estudo do Perfil Toxicológico

Conforme descrito na seção 7.1.1 – “Estudo do Perfil Toxicológico” das diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), o estudo do perfil toxicológico de cada SQI consistirá na

caracterização das fases de exposição (contato do organismo com a SQI), da toxicocinética (destino do contaminante após seu contato com o organismo – processos de absorção, distribuição, acumulação, biotransformação e eliminação), da toxicodinâmica (mecanismos de ação da SQI no organismo e aparecimento de efeitos nocivos decorrentes da ação tóxica) e a clínica (sinais e sintomas, ou alterações detectáveis, que caracterizam os efeitos deletérios causados no organismo).

Será utilizada como fonte bibliográfica primária para o levantamento dos perfis toxicológicos das substâncias químicas de interesse a versão mais atualizada dos perfis toxicológicos compilados pela ATSDR, disponíveis no website: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiledocs/index.html>. Na ausência de perfis toxicológicos nessa fonte primária, serão utilizadas informações disponíveis nas seguintes fontes, em ordem de prioridade: Sistema Integrado de Informações sobre Risco (IRIS, *Integrated Risk Information System*) da US EPA; informações do INCHEM (*Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information*) do Programa Internacional de Segurança Química (IPCS, *International Programme on Chemical Safety*); informações da Rede de Dados Toxicológicos (TOXNET, *Toxicology Data Network*); e, as monografias da Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer (IARC, *International Agency for Research on Cancer*).

Caso seja necessário, outras fontes de literatura sobre os perfis toxicológicos das substâncias químicas de interesse poderão ser utilizadas, respeitando a ordem de prioridade apresentada anteriormente.

9.5.1.2 Identificação dos Efeitos sobre a Saúde: Carcinogênicos e Não-Carcinogênicos

Seguindo o conteúdo da Seção 7.1.2 das Diretrizes do MS, serão discutidos os possíveis efeitos à saúde relacionados à exposição às substâncias químicas de interesse. Esses efeitos à saúde serão classificados como efeitos carcinogênicos e não-carcinogênicos, sendo detalhadas, com base nas evidências científicas apresentadas nos perfis toxicológicos das substâncias químicas de interesse, as rotas de exposição que estão associadas a esses efeitos. Adicionalmente, esses efeitos serão discutidos em termos de efeitos crônicos, sub-crônicos ou agudos.

9.5.1.2.1 Caracterização do Risco Carcinogênico

Para efeitos carcinogênicos, as doses de exposição estimadas serão utilizadas para o cálculo do nível de risco, que será feito através da multiplicação da dose pelo fator de carcinogenicidade (*slope factor*). Os fatores de carcinogenicidade a serem utilizados serão os obtidos durante a etapa de levantamento do perfil toxicológico da substância química de interesse. Na inexistência de fatores de carcinogenicidade, os valores de unidade de risco (UR) do IRIS da US.EPA serão utilizados para o cálculo do fator de carcinogenicidade.

O nível de risco calculado será comparado com o nível de risco aceitável para efeitos carcinogênicos de 1×10^{-5} , seguindo orientação da Resolução CONAMA nº 420/2009.

Para as substâncias químicas de interesse que apresentaram excedência aos valores de referência de saúde ou ao nível de risco aceitável para uma determinada rota de exposição, deverá ser realizada a avaliação toxicológica detalhada, conforme capítulo 8 do documento “*Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*” da *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)* de 2005.

Adicionalmente, após a quantificação do risco individual para cada SQI avaliada será quantificado o risco cumulativo.

Os resultados da comparação das doses de exposição estimadas com os valores de referência de saúde e níveis de risco aceitáveis deverão ser sumarizados conforme as recomendações da ATSDR (2005):

- A avaliação de risco à saúde humana deve incluir um resumo do processo de comparação das doses de exposição com os valores de referência de saúde. Esse resumo deve ser escrito em termos não-técnicos e deve incluir uma descrição do uso e das limitações desse tipo de comparação;
- Esse resumo deve salientar que o processo de estimativa das doses de exposição e comparação com os valores de referência é uma etapa de triagem das substâncias químicas a serem avaliadas detalhadamente, enfatizando que esse processo de triagem não identifica efeitos adversos à saúde (doenças e agravos);
- O documento de avaliação de risco à saúde humana deve indicar claramente todas as considerações utilizadas para a seleção das concentrações das substâncias químicas de interesse, valores de referência ambientais, variáveis para a estimativa da dose de exposição e valores de referência de saúde;

Deve também ser indicado claramente quais substâncias foram selecionadas para uma avaliação mais detalhada da exposição e o porquê dessa seleção; assim como quais substâncias foram determinadas como não tendo potencial de representar perigo à saúde e o porquê.

9.5.1.2.2 Caracterização do Risco não Carcinogênico

Para efeitos não-carcinogênicos, as doses de exposição estimadas serão comparadas com valores (doses) de referência de saúde, conforme Seção 7.1.6 das diretrizes do Ministério da Saúde.

Os valores de referência de saúde a serem utilizados são, em ordem de prioridade: Níveis de Risco Mínimo (MRL) da ATSDR; Doses de Referência da US EPA; e, os *Provisional Peer Reviewed Toxicity Values (PPRTVs)* da US EPA. Outras fontes de valores de referência de saúde

poderão ser utilizadas, caso necessário. Todas as premissas e orientações de utilização dos valores de referência de saúde definidos pelos órgãos responsáveis serão seguidos.

Para a comparação da dose de exposição com o valor de referência de saúde, será feita a divisão das doses de exposição calculadas pelo valor de referência de saúde selecionado (quociente de periculosidade), sendo que, seguindo orientação da Resolução CONAMA nº 420/2009 e ATSDR (2005):

- Na verificação de valores inferiores a 1, que indica que a dose de exposição calculada é menor que o valor de referência de saúde, será concluído que a substância química de interesse não possui potencial de representar perigo à saúde;

- Na verificação de valores superiores a 1, que indica que a dose de exposição calculada é maior que o valor de referência de saúde, será realizada uma avaliação mais detalhada da exposição estimada, conforme recomendação ATSDR (2005).

9.5.1.2.3 Análise de Incertezas e Sensibilidade

A etapa de análise de incertezas e sensibilidade será realizada conforme seção 8.3 das Diretrizes do MS. A primeira etapa da análise de incertezas e sensibilidade consiste na avaliação crítica dos parâmetros utilizados como dados de entrada da equação de cálculo das doses de exposição. Essa avaliação crítica terá caráter qualitativo e objetiva identificar lacunas técnicas no processo de geração desse dado de entrada.

A Análise de Incertezas e Sensibilidade será desenvolvida com base na metodologia descrita nos itens 6.8 e 7.6 “*Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I*” e suas posteriores revisões.

Serão analisadas as incertezas associadas à geração de dados e informações sobre a Área Alvo em estudo, considerando:

- Caracterização do meio físico regional e local (geológica, pedológica, hidrogeológica, geotécnica, hidrológica);
- Caracterização da contaminação;
- Caracterização do Uso e Ocupação do Solo.

Serão também analisadas as incertezas associadas à geração de dados e informações sobre os parâmetros exposicionais considerando:

- Sistemática de levantamento de dados exposicionais;
- Sistemática de definição dos parâmetros exposicionais específicos, os quais serão levantados a partir da aplicação do “Questionário de Levantamento de Dados Exposicionais” e tratados estatisticamente;
- Consistência técnica dos cenários de exposição desenvolvidos e validados.

A análise de sensibilidade será desenvolvida com o objetivo de identificar os parâmetros de cálculo da dose de exposição que mais influenciam na dose estimada. A análise de sensibilidade será realizada através da Avaliação de Risco Probabilística (PRA).

A PRA é uma avaliação de risco que usa distribuições de probabilidade para caracterizar variações ou incertezas nas estimativas de risco. Serão utilizadas uma ou mais variáveis das equações para quantificação do risco como distribuição de probabilidade, substituindo desta forma o valor único utilizado anteriormente. Sendo assim, o resultado desta etapa será um intervalo ou distribuição de probabilidade dos riscos quantificados para cada cenário de exposição válido.

A Avaliação de Risco Probabilística será desenvolvida com base na metodologia descrita no “U.S. EPA. *Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual* (EPA 540-R-02-002). PART A, Volume III. *Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment*” e suas posteriores revisões.

Os objetivos da PRA são:

1. Descrever quantitativamente o grau de variabilidade e incerteza nas estimativas de risco para efeitos carcinogênicos e não carcinogênicos para a saúde humana, fornecendo desta forma uma caracterização abrangente do risco;
2. Avaliar a utilização dos parâmetros exposicionais com valores que representem a Máxima Exposição Razoável (RME);
3. Avaliar a utilização dos parâmetros exposicionais com valores que representem o perfil exposicional específico da Área Alvo em estudo;
4. Definir os valores para os parâmetros exposicionais que representam o trecho em estudo com limite de confiança de 95%.

Serão utilizadas Simulações de Monte Carlo para desenvolvimento da PRA que consiste num processo de iterações matemáticas para resolução da fórmula de cálculo da dose de exposição, variando-se os valores dos parâmetros de entrada dentro de uma determinada faixa aceitável até que o resultado destas iterações identifique faixas de tendência aceitável para os resultados. O software *Crystal Ball*® desenvolvido pela empresa *Decisioneering* (www.decisioneering.com) pode ser utilizado para esta finalidade. A simulação de Monte Carlo será desenvolvida conforme especificado nos documentos:

- Guiding Principles for Monte Carlo Analysis – US EPA, 1997.
- Risk Assessment Forum White Paper: Probabilistic Risk Assessment Methods and Case Studies – US EPA, 2014.

Os resultados da análise de incerteza e sensibilidade serão integrados com o objetivo de estabelecer quais limitações estão presentes nos resultados da avaliação de risco, considerando análise das aproximações qualitativas/semiquantitativas/quantitativas que podem ter influenciado diretamente nos resultados da quantificação do risco.

9.5.1.2.4 Avaliação Toxicológica Detalhada

A avaliação toxicológica detalhada seguirá os procedimentos descritos nas seções 8.3 a 8.7 do documento “*Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*” da ATSDR (2005), incluindo:

- Avaliação crítica dos estudos científicos utilizados para a definição dos valores de referência de saúde que foram aplicados para a quantificação do risco, levando em consideração as condições experimentais, as populações avaliadas pelos estudos e a forma química da substância utilizada para a determinação do modelo dose-resposta;
- Comparação das doses de exposição calculadas com os dados de outros estudos dose-resposta disponíveis para a substância química de interesse;
- Avaliação de fatores que possam influenciar a resposta toxicológica da exposição à substância química de interesse, levando em consideração aspectos de biodisponibilidade e essencialidade;
- Determinar a necessidade de avaliação de dados de efeitos à saúde específicos da Área Alvo em estudo, incluindo dados de mortalidade, morbidade ou biomonitoramento;
- Consolidação das informações geradas na análise toxicológica detalhada.

As conclusões da avaliação toxicológica detalhada correspondem à uma descrição qualitativa das evidências que permitem avaliar se as condições de exposição estimadas para a Área Alvo em estudo são de natureza, frequência e magnitude suficiente para representar implicações à saúde pública.

9.5.1.3 Caracterização da População e Populações Susceptíveis

Seguindo o conteúdo da Seção 7.1.3 das Diretrizes do MS, também serão discutidas informações sobre grupos populacionais que possam apresentar condições de maior susceptibilidade aos efeitos à saúde identificados para cada substância química de interesse, tendo como base as evidências apresentadas nos perfis toxicológicos dessas substâncias.

Os menores de 18 anos e dos maiores de 60 anos, ou seja, crianças, adolescentes e dos idosos, caracterizadas como populações susceptíveis, merecerão atenção especial nesta caracterização. Serão estudados os mecanismos que explicam esta susceptibilidade as SQIs para os grupos etários definidos acima.

Serão discutidas qualitativamente as possíveis faixas de alterações do desenvolvimento em crianças, tais como: (1) malformações congênitas; (2) déficit clínico e subclínico no desenvolvimento neurocomportamental através de lesão no cérebro fetal; (3) distúrbios decorrentes de lesões no desenvolvimento do cérebro (morte, malformações, lesão funcional).

Na faixa etária acima dos 60 anos, serão discutidas a possível ocorrência de alterações dos mecanismos de equilíbrio fisiológicos, bioquímicos e imunes, com uma diminuição da capacidade de resposta imunológica e de metabolização das SQIs.

Será extrapolada a discussão de susceptibilidade do ponto de vista estritamente biológico, para entendê-la também como uma condição sócio-cultural. As condições de vida, as heranças culturais, os hábitos sociais, alimentares, de comportamento, são fatores que determinam maior ou menor interação individual com o ambiente, e vão também determinar diferentes padrões de exposição e adoecimento.

9.5.1.4 Características da Exposição

As características da exposição (Seção 7.1.4 das diretrizes do Ministério da Saúde) será realizada observando-se que a exposição humana em uma região contaminada pelo rompimento da barragem B-I, dificilmente está associada a uma única SQI. Será considerado que geralmente serão SQIs que interagem com o meio e que penetram no organismo humano por diferentes vias de ingresso, podendo desenvolver múltiplas formas de interação, sinergismo ou potencialização dos seus mecanismos de ação e biotransformação. Não será estabelecida a existência de exposição apenas a partir da determinação das SQIs ou seus metabólitos no organismo.

Neste contexto, será avaliada a possibilidade de ocorrência dos seguintes efeitos:

- Efeitos aditivos – consequente à exposição a duas ou mais substâncias, as quais atuam conjuntamente, mas não interagem, sendo geralmente o efeito total a soma simples dos efeitos decorrentes da exposição separada às substâncias sob as mesmas condições;
- Efeitos combinados – efeitos sucessivos ou simultâneos de dois ou mais compostos no organismo pela mesma rota de exposição;
- Efeitos sinérgicos – efeito biológico decorrente da exposição simultânea a duas ou mais substâncias que é maior do que a simples soma dos efeitos que ocorrem seguinte a exposição separadamente a estas substâncias;
- Fenômeno de potencialização - onde uma substância em uma concentração ou dose que por si não tem um efeito adverso acentua o dano causado por outra substância.

9.5.1.5 Cálculo da Dose de Exposição

O *Cálculo da Dose de Exposição* (Seção 7.1.5 das diretrizes do Ministério da Saúde) será realizado por meio da estimativa desta dose relacionada à cada via de ingresso das rotas de

exposição validadas para uma determinada SQL. Essa dose de exposição será estimada conforme a seguinte equação geral:

$$DE=(C \times TI \times FE \times FB)/PC$$

Onde,

C = concentração da substância química de interesse;

TI = taxa de ingresso;

FE = fator de exposição;

FB = fator de biodisponibilidade;

PC = peso corporal.

O fator de exposição é definido pela equação:

$$FE=(EF \times ED)/AT$$

Onde,

EF = frequência de exposição;

ED = duração da exposição;

AT = período relacionado à dose de exposição.

Tendo como objetivo avaliar a dose de exposição no contexto da variação das concentrações de cada substância química de interesse detectada em uma determinada matriz ambiental, será feito o cálculo da dose de exposição para as seguintes concentrações de entrada:

- A máxima concentração detectada, seguindo recomendação da Seção 7.1.5 das Diretrizes do MS;
- A concentração que representa o 95 UCL (percentil de 95% de confiança da média aritmética) da concentração da substância química de interesse na matriz ambiental;
- A média aritmética e a média geométrica das concentrações da substância química de interesse detectadas, conforme recomendação do item 7.3.1.4 da ATSDR (2005).

As taxas de ingresso e fatores de exposição a serem utilizados para a estimativa da dose de exposição serão selecionados conforme a seguinte ordem de prioridade: fatores de exposição específicos da área alvo, quando disponíveis; fatores de exposição de literatura científica brasileira, quando disponíveis (e.g. Diretrizes do MS, CETESB); fatores de exposição do *Exposure Factors Handbook* e do *Child-Specific Exposure Factors Handbook* da US.EPA. Os fatores de exposição provenientes de literatura científica serão utilizados conforme as premissas e orientações dos estudos dos quais os fatores de exposição foram determinados, estando consistentes com o entendimento científico mais atual.

A biodisponibilidade corresponde à fração de um composto químico em um compartimento do meio físico ou ambiental que, após processo de absorção, se encontra disponível para participação nos processos fisiológicos de um organismo (US EPA, 2007). O fator de biodisponibilidade será determinado, quando aplicável, através de testes de biodisponibilidade validados, realizados para amostras coletadas durante as expedições de campo realizadas para execução do *Plano de Investigação Detalhada para Saúde Humana*. Na impossibilidade de serem executados testes de biodisponibilidade, conforme recomendação da ATSDR (2005), o fator de biodisponibilidade será assumido como 1 (ou 100%) em uma etapa inicial do cálculo da dose de exposição.

Na verificação de dose de exposição que excedam os valores de referência de saúde ou os níveis de risco aceitáveis com a aplicação do fator de biodisponibilidade de 100%, a biodisponibilidade da substância química de interesse será avaliada com maior detalhamento. A *Avaliação Toxicológica Detalhada* incorporará evidências científicas sobre a forma química da substância presente no compartimento ambiental e seu potencial de absorção. Comparação das Doses de Exposição com Valores de Referência de Saúde.

Os parâmetros exposicionais a serem utilizados na quantificação do ingresso serão definidos com base na Máxima Exposição Razoável (MER) e a partir de dados específicos obtidos para cada área alvo por meio da aplicação do “Questionário de Levantamento de Dados Exposicionais”.

9.5.1.6 Comparação do Nível de Exposição com Valores de Referência

A *Comparação do Nível de Exposição com Valores de Referência* (Seção 7.1.6 das diretrizes do Ministério da Saúde) será realizada por meio da comparação das estimativas da dose de exposição com os valores de referência de saúde. Para definir o nível do risco à saúde, para ocorrência de efeitos lesivos não-carcinogênicos, serão utilizados como indicadores os Níveis de Risco Mínimo (MRL) da ATSDR e a Dose de Referência (RfD) da US.EPA ou em casos específicos, outros valores de referência consagrados internacionalmente.

As conclusões da comparação das doses de exposição com os valores de referência de saúde e a avaliação toxicológica detalhada serão resumidas em uma seção de conclusões. Nessa seção serão apresentadas: as substâncias químicas de interesse que não representam implicações à saúde pública e o porquê; as substâncias químicas de interesse que foram selecionadas para a avaliação toxicológica detalhada e o porquê; e, as conclusões da avaliação toxicológica detalhada.

9.5.2 Avaliação dos Dados e dos Estudos de Saúde Existentes

Essa avaliação consiste em uma etapa preliminar de avaliação epidemiológica descritiva, que será conduzida, quando necessário, em um estudo posterior, a ser desenvolvido por uma equipe adequadamente qualificada para tal, incluindo uma equipe multidisciplinar. Esta tarefa

será desenvolvida utilizando as orientações da seção 7.2 – “Avaliação dos Dados e dos Estudos de Saúde Existentes” das diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010).

Serão avaliados dados de saúde disponíveis para as Áreas Alvo em estudo, com o objetivo de verificar a existência ou não de evidências epidemiológicas de efeitos à saúde da população receptora foco da ARSH. Esses dados incluem dados de mortalidade e mortalidade que são relacionados especificamente aos potenciais efeitos à saúde da exposição às substâncias químicas de interesse através das rotas de exposição válidas para a Área Alvo em estudo. Todo o racional que foi utilizado para a definição de que o dado de morbidade ou mortalidade possui relação com a exposição sendo avaliada será apresentado, com as devidas evidências de literatura científica.

Na existência de dados de morbidade e mortalidade que possam ser utilizados para essa avaliação, será explicitado, conforme recomendação da ATSDR (2005), que a avaliação epidemiológica descritiva não é capaz de obter respostas de causa e efeito de um determinado agravo à saúde. Conforme descrito pelas Diretrizes do MS, para evidência de relação causal entre as substâncias químicas de interesse e agravos à saúde, estudos epidemiológicos devem ser desenhados especificamente para esse objetivo, incluindo, dentre outros fatores, grupos populacionais considerados expostos e não-expostos.

Neste contexto, não serão avaliadas correlações relacionadas a efeitos adversos a saúde (agravos de saúde) humana causados por exposição de um receptor humano à uma substância química de interesse nas Área Alvo que serão avaliadas, uma vez que estudos de avaliação de risco à saúde humana não são desenvolvidos com esse propósito.

Na inexistência de dados de morbidade e mortalidade que permitam essa avaliação, tal condição será explicitada no relatório. Para esses casos, deverá ser analisada a necessidade de obtenção desses dados, sendo que, caso necessário, será elaborado um plano de trabalho para aquisição e avaliação dos dados.

9.5.3 Resposta às Preocupações da Comunidade

A Resposta às Preocupações da Comunidade com Valores de Referência (Seção 7.3 das diretrizes do Ministério da Saúde) será realizada com o objetivo de tentar esclarecer dúvidas da população utilizando os resultados obtidos na etapa de *Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde* e na etapa de *Implicações na Saúde Pública*.

Neste contexto, os Estudos de ARSH desenvolvidos para uma Área Alvo em estudo, não serão de norteados no sentido de somente estabelecer o risco existente para a população exposta, mas também procurar as respostas às questões apresentadas por esta população.

As preocupações da comunidade que forem relacionadas a rotas de exposição serão respondidas com base nas conclusões da etapa de avaliação toxicológica. Serão também indicadas

as preocupações que não forem relacionadas a rotas de exposição para a Área Alvo em estudo e o porquê dessa definição.

9.6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ao final do estudo, a Área Alvo em estudo será classificada conforme as categorias da Seção 8.3 das Diretrizes do MS.

As conclusões das etapas anteriores do estudo de avaliação de risco à saúde humana desenvolvido com a metodologia do Ministério da Saúde serão apresentadas de forma resumida, indicando as recomendações decorrentes da etapa de implicações à saúde pública. Adicionalmente, conforme a Seção 8 das Diretrizes do MS, as preocupações da comunidade serão discutidas.

Todas as conclusões e recomendações do estudo serão apresentadas de forma a indicar se essas são associadas à uma substância química de interesse relacionada ao rompimento da barragem B-I, ou não.

As recomendações e conclusões serão desenvolvidas visando o estabelecimento de critérios e ações voltadas para gestão e mitigação a níveis aceitáveis dos riscos teóricos calculados, os quais serão tratados Plano de Gestão Ambiental de forma a estabelecer medidas de controle institucional, medidas de engenharia, medidas de remediação, medidas monitoramento, medidas de comunicações do risco, medidas de monitoramento ambiental e ações de acompanhamento de saúde pública para a área em estudo.

Sendo assim, todas as ações de saúde pública a serem indicadas no Plano de Gestão Ambiental visando a mitigação do risco teórico a níveis aceitáveis, serão ser integradas ao *Plano de Reparação Ambiental Integral da Bacia do rio Paraopeba*.

10 REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA). “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos”. Brasília, DF, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). “Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 42”. Brasília, 29 de agosto de 2013. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0042_29_08_2013.pdf/c5a17d2d-a415-4330-90db-66b3f35d9fbd.
- AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). “Public Health Assessment Guidance Manual (Update)”. Atlanta, USA, 2005a.
- ALBUJA, L. Murciélagos del Ecuador. 2da Edición, Cicetronic Cía. Ltda. Offset Quito, Ecuador, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004:2004 “Resíduos Sólidos - Classificação”. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.005:2004. “Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos”. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.006:2004 “Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos”. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.007:2004 “Amostragem de resíduos sólidos”. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.492:2007 “Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento”. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.515-1:2007 Versão Corrigida:2011 “Passivo ambiental em solo e água subterrânea- Parte 1: Avaliação preliminar”. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.515-2:2011 “Passivo ambiental em solo e água subterrânea- Parte 2: Investigação confirmatória”. Rio de Janeiro, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.515-3:2013 “Passivo ambiental em solo e água subterrânea- Parte 3: Investigação detalhada”. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15847, 2010 “Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento - Métodos de purga”. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16.209:2013 “Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas”. Rio de Janeiro, 2013.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16.435:2015 “Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento”. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9.897:1987 “Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento”. 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9.898:1987 “Preservação e técnicas de amostragem de afluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento”. 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”. Rio de Janeiro, 2017.
- ASTM International, 2006. ASTM D 6634-01 “Standard Practice for the Selection of Purging and Sampling Devices for Groundwater Monitoring Wells”. 2016.
- ASTM International, 2016. D7144 “Standard Practice for Collection of Surface Dust by Micro-vacuum Sampling for Subsequent Metals Determination”. 2016.
- ASTM International, 2016. D7144 “Standard Practice for Collection of Surface Dust by Micro-vacuum Sampling for Subsequent Metals Determination”. 2016.
- ASTM, 2016. D7144 “Standard Practice for Collection of Surface Dust by Micro-vacuum Sampling for Subsequent Metals Determination”. West Conshohocken, PA. ASTM International, 2016. ÁSTUA, D.; MOURA, R.; GRELE, C. E. V.; Fonseca, M. Influence of Baits, Trap Type, and Position for Small Mammals Capture in a Brazilian Lowland Atlantic Forest. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão, v. 19, p. 31-44, 2006.
- ATSDR. Public Health Assessment Guidance Manual (Update). U.S. Department of Health and Human Services. January 2005.
- BRASIL. “Decreto Nº 55.871”. Brasília, 26 de março de 1965.
- Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018. Disponível em: <<https://www.conasems.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Reso588.pdf>>. Acesso em: 13.05.2020.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Plano de Resposta às Emergências em Saúde Pública / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014. 44 p. : il.
- BUCKLAND, S.T., ANDERSON, D.R., BURNHAM, K.P., LAAKE, J.L., BORCHERS, D.L. & THOMAS, L. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological population. Oxford University Press, Oxford, 2001. p. 43.
- Bussab, WO; Morettin, PA. Estatística Básica. São Paulo: Editora Saraiva, 2006 (5ª Edição).
- CASTIEL, Luis David; VASCONCELLOS-SILVA, Paulo Roberto; MORAES, Danielle Ribeiro de. Micromortevida Severina? A comunicação preemptiva dos riscos. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro , v. 33, n. 8, e00016017, 2017 . Available from

- <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2017000803002&lng=en&nrm=iso>. access on 15 Apr. 2020. Epub Aug 21, 2017.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão de Diretoria nº 038/2017/C. São Paulo, 2017.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). “Deliberação Normativa COPAM nº 166”. Minas Gerias, 29 de junho de 2011. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=18414>.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). “Resolução Nº 357”. Brasil, 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). “Resolução Nº 396”. Brasil, 3 de abril de 2008. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). “Resolução Nº 420”. Brasil, 28 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). “Resolução Nº 454”. Brasil, 01 de novembro de 2012. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>
- CORREIA, Pedro. Modelação e Estimação: uma introdução à geoestatística. 1ª. ed. Paraná: LEG UFPR, 2010. 80 p. v. 1.
- COSTA, H. C., BÉRNILS, R. S. Répteis brasileiros: Lista de espécies 2015. Herpetologia Brasileira, v. 4, p. 75- 93, 2015.
- ENVIRONMENTAL AND CLIMATE CHANGE CANADA (ECCC). Ecological Risk Assessment Guidance. Federal Contaminated Sites Action Plan (FCSAP). Canadian Minister of the Environment, Government of Canada. 2012.
- FONSECA, G. A. B.; Kierulff, M. C. M. Biology and natural history of Brazilian Atlantic forest mammals. Bull. Florida State Mus. Biol. Sci., v. 34, n. 3, p. 99-152, 1988.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATION (FAO). “Joint FAO/WHO Fod Standards Programme - CODEX Committee on Contaminants in Foods - Fifth Session. The Hague, The Netherlands, Março de 2011.
- FOWLER, H.W. 1941. A collection of freshwater fishes obtained in Eastern Brazil by Dr. Rodolpho von Ihering. Proc. Acad. Nat. Sci. Phila., 93: 123-199.
- GRELLE, C. E. V. Forest Structure and Vertical Stratification of small Mammals in a Secondary Atlantic Forest, Southeastern Brazil. Journal Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 38, n. 2, p 81-85, 2010.
- Hennink, M. International Focus Group Research, A Handbook for the Health and Social Sciences. Cambridge University Press. 2007
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Comitê Interfederativo – CIF. Deliberação nº 106, 2017.

Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/deliberacoes/2017/cif-2017-09-14-deliberacao-106.pdf>>.

IPCS (International Programme on Chemical Safety). Environmental health criteria 228, principles and methods for the assessment of risk from essential trace elements, United Nations Environment Programme, International Labour Organization, World Health Organization. 2002.

LIM, B. K.; ENGSTROM, M. D. Species diversity of bats (mammalia: chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, v. 10, p. 613-657, 2001.

LORENA, Allan Gomes de. Comunicação de risco, vigilância sanitária e política de saúde. Rede Humaniza SUS – O SUS QUE DÁ CERTO. 2015. Disponível em: <<http://redehumanizasus.net/90011-comunicacao-de-risco-vigilancia-sanitaria-e-politica-de-saude/>>. Acessado em: 28.05.2020.

LOURENÇO, Milene Rocha; MARCHIORI, Marlene. A Prática da Comunicação de Risco nas Organizações. *Facesi em Revista*. Ano 4 – Vol. 4, edição especial – 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-estudo/gecorp/images/Artigo__A_Comunica%C3%A7%C3%A3o_de_Risco_nas_Organiza%C3%A7%C3%B5es_Facesi__em_Revista.pdf>. Acessado em: 28.05.2020.

Magalhães, MN; Lima, ACP. *Noções de Probabilidade e Estatística*. São Paulo: EDUSP, 2008 (6ª edição).

MALABARBA, M.C.S.L. 2004. Revision of the Neotropical genus *Triportheus* Cope, 1872 (Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 2(4): 167-204.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). “Manual de Procedimentos para Laboratórios – Área de microbiologia e físico-química de produtos de origem animal”. 2ª Edição. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/manual-finalizado-com-foto-dipoa-cgal-14_09_16.pdf.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. “Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano”. Brasília, 2016. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf. Acessado em Outubro de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. “Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos”. Brasília, 2010. Disponível em: <https://portalquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/janeiro/06/Avaliacao-de-Risco---Diretrizes-MS.pdf>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. “Portaria de consolidação nº 5”. Brasília, 28 de setembro de 2017. Disponível em: <https://portalquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolidacao---o-n-5-de-28-de-setembro-de-2017.pdf>.

Montgomery, DC; Runger, GC. *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2012 (5ª Edição).

Morettin, LG. *Estatística básica: probabilidade e inferência*. São Paulo: Pearson, 2010.

- Morgan, D. Focus Groups from Start to Finish. JPSM. Portland State University. May 27-28, 2008.
- NAS/IOM (National Academy of Sciences/Institute of Medicine). Dietary reference intakes: guiding principles for nutrition labeling and fortification. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, Washington, DC. 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Risk Perception and Communication, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. Improving Risk Communication. National Academy Press. Washington, D. C. 1989.
- Navidi, W. Probabilidade e estatística para ciências exatas. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- OMS. Organização Mundial da Saúde. Comunicação de riscos em emergências de saúde pública: um guia da OMS para políticas e práticas em comunicação de risco de emergência [Communicating risk in public health emergencies: a WHO guideline for emergency risk communication (ERC) policy and practice]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2018. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- OMS. Organização Mundial da Saúde. Comunicação eficaz com a mídia durante emergências de saúde pública: um manual da OMS/Organização Mundial da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 180p. Tradução de: Effective Media Communication during Public Health Emergencies: a WHO Handbook.
- OMS. Treinamento em comunicação de risco emergencial. Disponível em: <<https://www.who.int/risk-communication/training/module-a/pt/>>. Acessado em: 13.05.2020.
- OPAS/OMS. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Creación de una estrategia de comunicación para la influenza pandémica. 2009.
- RANGEL-S, Maria Lígia. Comunicação no controle de risco à saúde e segurança na sociedade contemporânea: uma abordagem interdisciplinar. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 12, n. 5, p. 1375-1385, Outubro, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232007000500035&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 Apr. 2020.
- SÃO PAULO. Decreto-Lei nº 59.263, de 05 de junho de 2013 Regulamenta a Lei nº 13.577, de 8 de julho de 2009 (<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59263-05.06.2013.html>)
- SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS (SES-MG). Subsecretaria de Vigilância de Proteção à Saúde. Nota Técnica SUBVPS/SES-MG nº 11/2017, 2017. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/notas-tecnicas/CT-SAUDE/2017/CIF-NT-11-2017-CT-SAUDE.pdf>>.
- SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LANGONE, J.; GARCIA, P. C. A. Brazilian amphibians: list of species. Herpetologia Brasileira, v. 3, p. 37-48, 2014.
- SILVA, A.P. Emissões de Mercúrio na Queima de Amálgama: Estudo da contaminação de ar, solos e poeira em domicílios em Poconé, MT. Sério Tecnologia Ambiental, 13, 40p. Rio de Janeiro: CETEMICNPq, 1996.

- Spiegel, MR; Schiller, J; Srinivasan, A. Probabilidade e estatística. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 1989a Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I. Última atualização em Dezembro de 1989 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 1993. Wildlife Exposure Factors Handbook. EPA/600/R-93/187a.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2000. Bioaccumulation Testing and Interpretation for the Purpose of Sediment Quality Assessment - Status and Needs. EPA-823-R-00-001. February.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2005. Field Sampling Procedures Manual. New Jersey. Agosto de 2005.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2005. Preparation of Soil Sampling Protocols: Sampling Techniques and Strategies. Nevada, 2005.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2015. Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance Interim Draft. Region 4.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2017a. National Functional Guidelines for Inorganic Superfund Methods Data Review. EPA-540-R-2017-001. January. <https://www.epa.gov/clp/national-functional-guidelines-inorganic-superfund-methods-data-review-ism024>
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2017d. ProUCL Software, Software Downloads. <https://www.epa.gov/land-research/proucl-software>
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Calculating Upper Confidence Limits for Exposure Point Concentrations at Hazardous Waste Sites U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 2002. Última atualização em Setembro de 2002.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Child-Specific Exposure Factors Handbook (2008, Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-06/096F, 2008. Última atualização em Setembro de 2008 (https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?direntryid=199243).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Exposure Factors Handbook, Volumes I, II e III. National Center for Environmental Assessment (EPA/600/R-09/052F). Última atualização em Setembro de 2011 (<https://www.epa.gov/expobox/about-exposure-factors-handbook>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Guidelines for Ecological Risk Assessment .US.EPA EPA/630/R095/002F. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, 175 pp. 1998
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/630/P-03/001F, 2005. Última atualização em Março de 2005 (<https://www.epa.gov/risk/guidelines-carcinogen-risk-assessment>).

- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA 540-R-02-002). PART A, Volume III. Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment. Última atualização em Dezembro de 2001 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R-92/003). PART B. Developing Chemical-Specific Preliminary Remediation Goals Based on Protection of Human Health. Última atualização em Dezembro de 2001 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/9285.7-01C). PART C. Risk Evaluation of Remedial Alternatives. Última atualização em Outubro de 2001 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/9285.7-47). PART D. Standardized Planning, Reporting and Review. Última atualização em Junho de 2002 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R/99/005). PART E. Dermal Risk Assessment. Última atualização em Julho de 2004 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R/070/002). PART F. Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment. Última atualização em Janeiro de 2009 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). “Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners”. EPA/240/B-06/003 Washington, DC. Fevereiro 2006. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/900B0D00.PDF?Dockey=900B0D00.PDF>
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). “Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part A)”. Washington, DC. Dezembro de 1991.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). “Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection”. Washington, DC. 2002.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). “Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance”. Washington, DC. Março de 2018. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-03/documents/era_regional_supplemental_guidance_report-march-2018_update.pdf.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). “Regional Screening Levels (RSLs) - Generic Tables”. Washington, DC. Maio de 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). “Validation Assessment of In Vitro Arsenic Bioaccessibility Assay for Predicting Relative Bioavailability of Arsenic in Soils and Soil-like Materials at Superfund Sites”. OLEM

9355.4-29. Washington, DC. 20 de abril de 2017. Disponível em:
<https://semspub.epa.gov/work/HQ/196751.pdf>

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). “Weight of Evidence in Ecological Assessment”. Washington, DC. Dezembro de 2016.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 1989c. EPA - Methods for Evaluating Attainment of Cleanup Standards For Soils and Solid Media, Washington, DC, EUA.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Framework for Metals Risk Assessment, EPA 120/R-07/001. Washington, DC, EUA. Março, 2007.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making. Washington, DC, EUA, 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Operating Procedure - Soil Sampling, SESDPROC-300-R3. Athens, Georgia, EUA. 21 de agosto, 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). ProUCL Version 5.1.002, Technical Guide, Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations. PrepaLC by the Office of Research and Development. Publication No. EPA/600/R-07/041. Washington, DC. 2015.

VARI, R.P. 1989b. Systematics of the Neotropical characiform genus *Psectrogaster* Eigenmann and Eigenmann (Pisces, Characiformes). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 481: 1-43.

WHO. World Health Organization. Effective Communications: Participant Handbook. WHO Document Production Services. Geneva, Switzerland, 2015.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd Ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005. 2142 p.

WONG-VALLE, J. 1989e. “Estimation of Relative bioavailability of Manganese Sources for Sheep”. *J. Anim. Sci.* 1989. 67:2409-2414.

APÊNDICE 01

Metodologia para Análise de Suficiência e Representatividade

1. Análise de plano de amostragem

A análise do plano de amostragem de cada campanha experimental é um critério a ser analisado quando se objetiva a comparabilidade e possível agrupamento de dados de fontes distintas. O documento “*Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection*” publicado pela US EPA (2002) afirma que a associação de planos amostrais direcionados com planos não-viesados pode prover um cenário robusto para tomada de decisões em análises de dados ambientais. Além disso, “*Guidance for Data Usability in Risk Assessment - Part A*” (1991) indica que a associação de amostragem sistemática com direcionada é a melhor estratégia para identificação de *hotspots*. No contexto de avaliação de risco (entre outras investigações mais detalhadas), a identificação de *hotspots* é essencial para o desenvolvimento de medidas de controle, remediação e/ou monitoramento.

Para as análises de comparabilidade de planos amostrais em matrizes sem continuidade espacial, o procedimento de análise será feito comparando o plano de amostragem proposto nas diferentes fontes de dados. Em caso de amostragens que também considerem espacialidade (como pontos gerados em malhas sistemáticas) e/ou direcionamentos pertinentes ao estudo, o quesito análise do plano de amostragem será dado como válido entre as fontes analisadas.

1.1. Metodologia de amostragem

A comparação dos métodos de coleta, manuseio e transporte de amostras das fontes de dados distintas será feita a fim de garantir que as amostras de qualquer que seja a fonte foram coletadas de maneira padronizada e com controle de qualidade do processo, ainda que o procedimento seguido não seja o mesmo para todas as fontes. Já os métodos de análise e limite de quantificação laboratorial serão comparados visando à máxima confiabilidade dos resultados apresentados para todos os parâmetros analisados nas fontes.

Para as análises comparabilidade o procedimento de análise será feito comparando os métodos amostrais propostos nas diferentes fontes de dados.

1.2. Temporalidade de dados

As estratégias para desenvolvimento e análise de planos de amostragem são alteradas conforme a variabilidade da matriz analisada. As variações nas medições são diferentes ao longo do tempo quando se analisam solo superficial, água superficial e sedimentos. Como indicado em “*Guidance for Data Usability in Risk Assessment - Part A*” (1991), na página 64 - Tabela 41, para analisar a qualidade e propriedades físicas do solo, a variação relativa ao quesito temporal é de menor importância. Já em se tratando de água superficial, a indicação de influência da temporalidade na variação dos dados é tomada como “usualmente grande”.

No escopo da presente metodologia, portanto, a matriz solo superficial será dada como válida do ponto de vista de temporalidade entre fontes de dados distintas. A mesma suposição será adotada para a matriz água subterrânea.

Para água superficial e sedimentos o quesito temporalidade será tratado em maior detalhe, de acordo com os procedimentos indicados na metodologia dos subitens seguintes. Ao longo das análises, as matrizes que possuem mais de uma medição ao longo do tempo para as mesmas localizações serão denominadas fontes de dados “temporais”. Usualmente, tais fontes provêm de programas de monitoramento, como é o caso de dados do PMQQS e IGAM. Em contrapartida, fontes de dados que possuem uma única medição no tempo por localização serão denominadas fontes “estáticas” de dados.

1.2.1. Definição de janela de coleta de dados para avaliação

O Guia Nacional de Coletas e Preservação da ANA (2011) indica que o período chuvoso impacta a coleta de amostra de água bruta e sedimento, pois “em rios, ocorre deposição de sedimentos finos no período da seca e lavagem desse material nas chuvas”. Uma vez impactando a coleta e, portanto, os resultados amostrais provenientes da análise química, a possibilidade de agrupar os dados (tendo todos outros critérios de agrupamento válidos) deverá ser feita considerando a sazonalidade do regime pluviométrico local.

De acordo com o site da ANA, o regime pluviométrico da Bacia do Rio Paraopeba é caracterizado por dois períodos bem distintos. O período chuvoso que se estende de outubro a março, com maiores índices no mês de dezembro, no qual a precipitação varia de 800 a 1.300 mm; e o período seco que se estende de abril a setembro, com estiagem mais crítica de junho a agosto, com precipitação variando entre 150 a 250 mm. Uma vez que o regime pluviométrico afeta a coleta de amostras de água e sedimentos e, portanto, os resultados da análise química, para cada matriz e região serão analisadas as datas de coleta de amostras para as fontes de dados.

Para a presente metodologia proposta, dados coletados entre os meses de outubro a março serão considerados dentro do período chuvoso. Já aqueles coletados entre os meses de abril a setembro serão considerados provenientes do período seco.

A presente metodologia se baseia no entendimento de que dados com variação temporal significativa (como é o caso de água superficial e sedimentos) devam ser analisados em datas de coleta comparáveis (similares). Dessa forma, para avaliação de suficiência por meio dos testes de hipótese e outras análises, a fonte estática com maior quantitativo de amostras definirá a janela de coleta para avaliação dos resultados.

Uma vez definida a janela de coleta para avaliação dos resultados será realizado o procedimento de transformação de dados provenientes de fontes temporais em dados estáticos equivalentes para cada ponto de coleta.

Embora os testes inferenciais utilizados não considerem a disposição espacial dos pontos de coleta em sua formulação, a espacialidade é um parâmetro essencial na caracterização do meio físico, especialmente em áreas de estudo de grande extensão e, portanto, deve ser considerada no âmbito da avaliação de suficiência. A consideração de todas medições temporais nos testes como “elementos diferentes” (aumentando o número de elementos na amostra “n”) pode levar a interpretações/extrapolações distorcidas para o comportamento da região avaliada como um todo.

As medições temporais para cada ponto serão, portanto, transformadas em um único valor, representativo da série de medições para aquela localidade na janela de coleta avaliada. O procedimento de transformação das medições temporais é descrito nos tópicos a seguir.

1.2.2. Transformação de dados temporais em “estáticos equivalentes”

O procedimento de transformação de dados provenientes de fontes temporais em dados estáticos equivalentes (fixada uma janela de coleta para avaliação) pode ser explicado a partir dos seguintes tópicos: análise exploratória da série histórica, análise de sazonalidade, análise de tendência, análise de regressão e critério de transformação de dados temporais em estáticos equivalentes.

1.2.2.1. Análise exploratória da série histórica

A primeira etapa da análise de temporalidade consistirá da análise exploratória da série de dados temporais disponível. Em um primeiro momento, uma análise sobre a porcentagem de quantificação de dados será realizada para cada ponto (determinado a partir de localização no espaço), analito e fase (total ou dissolvido). Para os pontos, analitos e fases que apresentarem detecção considerada aceitável para aplicação da metodologia de suficiência, uma análise gráfica será feita considerando as seguintes opções: série histórica das concentrações por analito e fase (sem distinção entre pontos), gráficos *boxplot* com distinção entre períodos (com distinção entre pontos dentro de cada período) e gráficos *boxplot* para cada ponto, analito e fase (com distinção de períodos para cada ponto).

As diferentes representações serão utilizadas de maneira a auxiliar no entendimento do comportamento das concentrações relativo a cada ponto bem como dos pontos inseridos no contexto da região investigada.

1.2.2.2. Análise de sazonalidade

Uma vez selecionados os dados com quantificação considerada adequada e a partir da interpretação qualitativa dos comportamentos fornecidos pela análise exploratória da série histórica, a sazonalidade dos dados será testada.

A sazonalidade será verificada a partir do resultado entre períodos (seco e chuvoso) do teste não-paramétrico U de Mann-Whitney (1947). Esse teste analisa se dois grupos independentes de dados foram ou não extraídos da mesma população sob a hipótese nula de que ambos grupos possuem a mesma medida de tendência central e hipótese alternativa de que os grupos estão centrados em medidas diferentes. A significância adotada nas análises será de 5%.

Assim, quando a hipótese inicial é rejeitada ($p\text{-valor} < 0.05$) haverá indicação de diferença significativa estatisticamente entre as tendências centrais dos dois grupos de dados, confirmando o comportamento distinto dos grupos analisados (nesse caso, os períodos). Quando a hipótese inicial não é rejeitada ($p\text{-valor} > 0.05$) não se poderá afirmar que os dados sejam provenientes de populações diferentes e, portanto, não se poderá afirmar que os resultados entre períodos apresentem diferença. Dessa forma, se assumirá que não há sazonalidade para o analito, ponto, fase avaliado. Há de se enfatizar que não rejeitar a hipótese inicial do teste não significa “aceitá-la”.

1.2.2.3. Análise de tendência

Após a discriminação de analitos, pontos e fases que apresentam (ou não) sazonalidade, testes de tendência monotônica serão conduzidos. Para isso o teste de Mann-Kendall (1994) será aplicado de acordo com a sazonalidade da resposta.

Para configurações que não apresentem sazonalidade o teste será conduzido em seu formato original. No caso de analitos, pontos e fases com sazonalidade da resposta, o teste Sazonal de Mann-Kendall será realizado. Nele, uma estatística é computada para cada “estação mensal” e então, por meio da ponderação das estatísticas para as medições de cada mês separadamente, uma estatística global é computada.

Em ambos os testes, a hipótese nula será rejeitada quando $p\text{-valor}$ das análises for menor que o nível de significância adotado (5%) e o sinal da estatística calculada indicará se a tendência observada é crescente ou decrescente no tempo.

1.2.2.4. Análise de regressão

Para os analitos, pontos e fases que apresentem tendência monotônica estatisticamente significativa uma análise de regressão exponencial será realizada. Nela, um modelo exponencial

será ajustado aos dados de forma a buscar a parametrização do comportamento das concentrações em função do tempo.

Para analitos, pontos e fases que apresentarem sazonalidade, um modelo será conduzido separadamente para cada período, enquanto configurações não-sazonais serão ajustadas em um único modelo.

O uso do modelo de regressão para transformação de dados temporais para a janela de coleta fixada será dado a partir da significância dos coeficientes ajustados e, por consequência, do modelo de regressão em si. Dessa forma, um teste será conduzido para cada coeficiente do modelo com significância adotada de 15%. Em casos de $p\text{-valor} < 0.15$, o modelo ajustado será considerado válido para previsão das concentrações em função do tempo.

1.2.2.5. Critérios para transformação de dados temporais em “estáticos equivalentes”

A partir dos tópicos conduzidos anteriormente, uma tabela de sumário de resultados será apresentada. Nela constarão os principais resultados dos testes estatísticos, parâmetros, informações e medidas dos dados. A transformação dos dados temporais em estáticos equivalentes será avaliada a partir dos seguintes critérios:

- 1** Configurações (analito, ponto e fase) com tendência e regressão significativas e com sazonalidade.
- 2** Configurações (analito, ponto e fase) com tendência e regressão significativas sem sazonalidade.
- 3** Configurações (analito, ponto e fase) com tendência e sem regressão significativas e com sazonalidade.
- 4** Configurações (analito, ponto e fase) com tendência e sem regressão significativas e sem sazonalidade.
- 5** Configurações (analito, ponto e fase) sem tendência significativa e com sazonalidade.
- 6** Configurações (analito, ponto e fase) sem tendência significativa e sem sazonalidade.

Para as condições 1. e 2. os dados temporais serão transformados em estáticos equivalentes por meio do uso do modelo de regressão ajustado para a data intermediária dentro da janela de coleta fixada. Dessa forma, o resultado de concentração que será utilizado na

comparabilidade de dados e nos testes de hipótese para o analito, ponto e fase avaliado será tal que considerará a série histórica dos dados com confirmações de comportamentos de tendência, sazonalidade e ajuste adequado. Para a condição 1. serão gerados dois modelos de regressão, um para cada período.

Vale ressaltar que os modelos gerados considerarão o tempo como variável numérica que tem origem no primeiro dia do ano de 1970 e sua unidade será dada pelos “dias” anteriores ou posteriores a essa referência. Dessa forma, de posse dos coeficientes de regressão (que serão apresentados nas tabelas considerando a forma $\ln y = a + bt$), o valor de concentração de uma configuração será dado adicionando à variável “t” o valor numérico da data transformada em dias a partir da origem considerada e realizando as manipulações algébricas convenientes.

Para as condições 3. e 5. a transformação dos dados temporais em estáticos equivalentes se dará por meio da consideração da mediana de cada período. Dessa forma, embora o comportamento não esteja parametrizado (seja pela ausência de tendência ou de um ajuste adequado), o valor adotado considerará a sazonalidade observada (pela consideração de um valor para cada período) e também a série histórica dos dados medidos, uma vez que a mediana é uma estatística de tendência central de dados dependente dos resultados da amostra. A adoção da mediana (e não da média amostral) se justifica a partir do comportamento desta frente a valores extremos (frequentes em séries temporais de dados ambientais). As tabelas-sumário apresentarão resultados com a média dos valores para cada configuração avaliada, tornando possível observar a comparação dos resultados dessas medidas em função da presença de valores extremos e/ou dispersões elevadas.

Para as condições 4. e 6. a transformação dos dados temporais em estáticos equivalentes se dará por meio da consideração da mediana do conjunto de dados total, uma vez que não há diferença significativa estatisticamente entre períodos.

1.3. Comparabilidade estatística de dados

A comparabilidade estatística de dados é discriminada em duas situações: quando se dispõe de dois conjuntos de dados a serem comparados; quando se dispõe de três ou mais conjuntos de dados.

1.3.1. Comparabilidade estatística de dois conjuntos de dados

Para o caso de comparação estatística de duas fontes distintas de dados o teste não-paramétrico U de Mann-Whitney (1947) será conduzido. Quando a hipótese inicial não é rejeitada ($p\text{-valor} > 0.05$) não se pode afirmar que os dados sejam provenientes de populações diferentes e,

portanto, o agrupamento será dado como possível e executado para os cálculos. Há de se enfatizar que não rejeitar a hipótese inicial do teste não significa “aceitá-la”.

1.3.2. Comparabilidade estatística de três ou mais conjuntos de dados

Para o caso de comparação estatística com três ou mais fontes de dados distintas o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) será conduzido. O teste de Kruskal-Wallis é uma extensão do teste U de Mann-Whitney. Esse teste analisa se o conjunto de três ou mais grupos independentes foram ou não extraídos de uma mesma população sob a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais e hipótese alternativa de que ao menos duas populações possuem funções de distribuição diferentes. A significância adotada nesse teste será de 5%.

Assim, quando a hipótese inicial é rejeitada ($p\text{-valor} < 0.05$) haverá indicação de diferença significativa estatisticamente entre as funções de distribuição de ao menos dois grupos de dados. Nesse caso sabe-se que ao menos um dos grupos é distinto dos demais, porém não se tem a informação de qual/quais grupo(s) seria/seriam.

O procedimento de comparações múltiplas será então realizado por meio do teste de Nemenyi. O teste de Nemenyi é um teste *post-hoc*, ou seja, é um teste usado após a aplicação de testes não-paramétricos com três ou mais fatores, como o de Kruskal-Wallis. O teste consiste em fazer comparações em pares com o intuito de verificar qual (quais) dos fatores diferem entre si. Cada grupo é comparado em pares e o p-valor resultante em cada comparação é utilizado para concluir o teste. Se o p-valor de uma comparação é menor que 0.05 há diferença estatisticamente significativa entre os grupos comparados. Em caso de p-valores maiores que 0.05 não há evidências de diferenças significativas, tornando possível o agrupamento de dados. No contexto das análises da presente metodologia, quando utilizados, os agrupamentos possíveis são dados em função da(s) fonte(s) com maior quantitativo de elementos. Ou seja, ao avaliar as comparações múltiplas o cenário com maior quantidade de elementos semelhantes será adotado.

Quando a hipótese inicial do teste de Kruskal-Wallis não for rejeitada ($p\text{-valor} > 0.05$) não se poderá afirmar que os dados sejam provenientes de populações diferentes e, portanto, o agrupamento entre todas as fontes será dado como possível e executado para os cálculos. Há de se enfatizar que não rejeitar a hipótese inicial do teste não significa “aceitá-la”.

APÊNDICE 02

Metodologia Detalhada para Levantamento Preocupações

**PROJETO DE AVALIAÇÃO DE RISCO DA SAÚDE HUMANA E
ECOLÓGICA ARSH_ ARE**

Identificação das Preocupações da Comunidade - Fase 1

**ESTRUTURA DO TRABALHO DE CAMPO
ESTRATÉGIA, METODOLOGIA E SISTEMATIZAÇÃO**

Produto 2 da Consultoria de Saúde

(Revisão fev/21)

Fevereiro de 2021

FICHA TÉCNICA

Vera Lúcia Alves de Oliveira

Consultora especialista em projetos de saúde,
Sanitarista, MSc Epidemiologia

Vera Lúcia Tincani Osório

Consultora especialista em projetos de saúde,
Sanitarista, MSc Gerência de Serviços

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1. ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DA SAÚDE HUMANA E ECOLÓGICA (ARSH_ARE)	6
2. IDENTIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE EM SAÚDE	8
2.1. RECOMENDAÇÕES GERAIS DO PROJETO	8
2.2. ABRANGÊNCIA DO ESTUDO: ÁREAS ALVOS E MUNICÍPIOS	9
2.3. METODOLOGIA	11
2.4. COLETA DE DADOS	12
2.4.1. DADOS SECUNDÁRIOS E PRIMÁRIOS	12
2.4.2. REUNIÃO COM AGENTES DO PODER PÚBLICO – PREPARATÓRIA 2	13
2.4.3. REUNIÕES COMUNITÁRIAS: NIVEL 1 E NIVEL 2	16
2.4.4. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	29
2.4.5. GRUPO FOCAL.....	29
2.5. TRATAMENTO DOS DADOS	31
Anexo 1. Modelo de ata para adaptação para reuniões presenciais e remotas	42
Anexo 2. Modelo de lista de presença	37
Anexo 3. Medidas de Proteção Covid 19	38
Anexo 4. Roteiro orientador para entrevistas com representantes da comunidade	39
REFERÊNCIAS	41

FIGURAS

Figura 1 - Fases do Projeto ARSH_ARE e desdobramento da Fase I.....	6
Figura 2 - Estrutura geral da Identificação das preocupações da comunidade -Triangulação de métodos e análises.....	11
Figura 3 - Percurso Metodológico da Reunião de Nível 1	19
Figura 4 - Análise por triangulação: detalhamento	32

MAPA

Mapa 1 - Municípios selecionados para a aplicação dos Estudos de ARSH e ARE.....	9
--	---

QUADROS

Quadro 1 - Etapas da identificação das preocupações da comunidade.	7
Quadro 2 - Municípios: com e sem áreas alvo	10
Quadro 3 - Perguntas norteadoras para o levantamento junto ao poder público.....	15
Quadro 4 - Formulário para o registro das preocupações da Comunidade: Reunião Preparatória 2.....	16
Quadro 5 - Registro das Preocupações da Comunidade – Reunião Nível 1	20
Quadro 6 - Mapa do percurso metodológico da Reunião Nível 2.....	23
Quadro 7 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 1	24
Quadro 8 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 2	25
Quadro 9 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 3	26
Quadro 10 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 4	27
Quadro 11 - Classificação das preocupações da comunidade com sua saúde segundo diferentes variáveis	34
Quadro 12 - Variáveis de análise das preocupações da comunidade	35
Quadro 13 - Estrutura dos relatórios	36

APRESENTAÇÃO

Este documento tem como objetivo apresentar as estratégias para a execução do **Levantamento das Preocupações da Comunidade em Saúde Pública** - Fase I, descritas no Projeto de Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana e Ecológico (ARSH e ARE), relacionado ao rompimento da Barragem B1 da Mina do Córrego do Feijão em Brumadinho (MG).

O levantamento deve fornecer a identificação, descrição e classificação das preocupações da comunidade com a saúde; subsidiar a readequação dos limites das Áreas Alvo¹, auxiliar na definição da condição dos municípios da região estudada com relação a sua descontinuidade², bem como subsidiar o desenvolvimento do Estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana com base nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010). Além de compor um conjunto de informações e dados para as fases subsequentes e nortear a maneira de comunicar o risco às populações expostas.

Os Estudos de ARSH e ARE, bem como as diretrizes do Ministério da Saúde descrevem a etapa de identificação e envolvimento das partes interessadas, como uma fase preliminar para a obtenção dos levantamentos em diversas fontes. Desta forma, busca ampliar o olhar sobre as preocupações da comunidade e garantir a posição central da população como fonte principal para a obtenção dessas informações, na abrangência dos municípios e das áreas definidas, considerando o cronograma validado.

Para este levantamento um conjunto de metodologias e métodos combinados, como entrevistas, reunião em grupo, aplicação de questionários e grupos focais, foram selecionados para atender, da melhor forma, a condução da pesquisa e das análises e interpretações, necessárias à demanda dos Estudos (ARSH e ARE). A descrição detalhada das estratégias promove o alinhamento dos envolvidos e a orientação das ações das equipes responsáveis pela pesquisa.

¹ Os limites das Áreas Alvo não serão utilizados para limitar o levantamento das preocupações da comunidade quanto à sua saúde (ver seção 8.2.2), podendo ser redefinidas em função deste levantamento (ASRH_ARE_VALE, p.8)

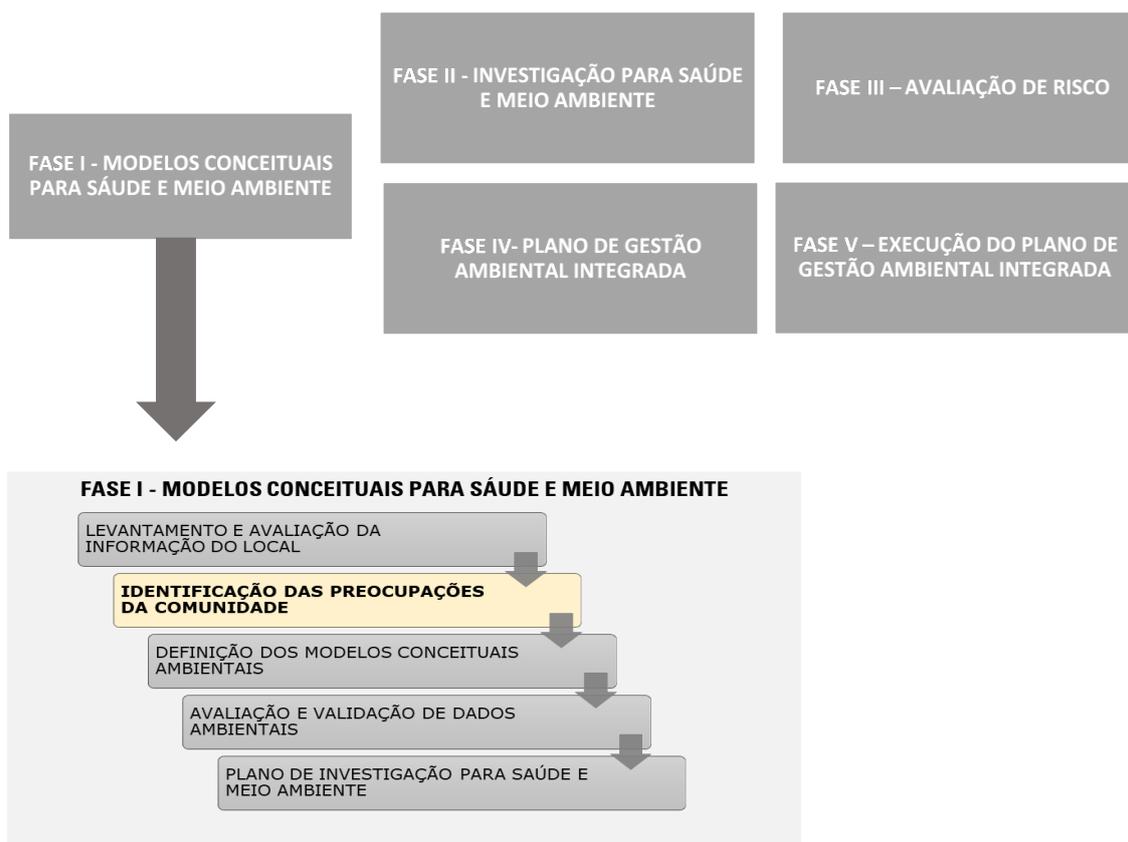
² Estes municípios serão considerados descontinuados, caso possível, para o processo somente depois da etapa de “Identificação das Preocupações da Comunidade” conforme determinações da Seção 4 – “Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde” das Diretrizes do MS (2010) (ASRH_ARE_VALE, p.59)

1 ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DA SAÚDE HUMANA E ECOLÓGICA (ARSH_ ARE)

Os Estudos de ARSH e ARE são constituídos por cinco Fases organizadas de forma que, em cada uma delas, os dados e informações constituem a base para a execução das Fases seguintes, sem modificar ou suprimir detalhes técnicos dos procedimentos que são a base para sua estruturação.

Este documento propõe estratégias para atender a Fase I, especificamente a Identificação das Preocupações da Comunidade, tendo como principal objetivo responder a seguinte pergunta: **As preocupações da comunidade estão relacionadas com uma rota de exposição válida?** (Figura 1).

Figura 1 - Fases do Projeto ARSH_ ARE e desdobramento da Fase I



Fonte: Estudos de ARSH e ARE.

O procedimento de Identificação das Preocupações da Comunidade segue as determinações da Seção 4 – “Levantamento das Preocupações da Comunidade em Saúde Pública”

das Diretrizes do MS (2010), e considera as proposições da Seção 3 – “*Public, Stakeholder and Community Involvement*” *Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making* da USEPA (2014) (ASRH_ ARE, p.51).

Dentre as determinações da Seção 4 do MS, p.14 (2010), cabe destacar que:

“As preocupações da comunidade, associadas com a exposição aos contaminantes do local, podem ser ambientais, de saúde ou, ainda, relativas a aspectos de ordem econômica, social, psicológica, entre outras. No levantamento destas preocupações é relevante controlar duas variáveis: tempo e espaço, pois essas variáveis determinarão o tipo de relação de um grupo de pessoas ou um indivíduo com a problemática da contaminação ambiental e do risco de exposição humana”.

As recomendações do MS (2010) quanto às estratégias na Identificação das Preocupações da Comunidade estão contempladas nos Estudos de ARSH e ARE. São descritas cinco Etapas que estabelecem o percurso para o levantamento, no qual a comunidade ocupa um lugar central. (Quadro 1).

A Identificação das Preocupações da Comunidade será realizado nas Reuniões Preparatórias 2 (com o Poder Público), nas Reuniões de Nível 1 (com Representantes da Comunidade) e nas Reuniões Geral de Nível 2 (Comunidade), na aplicação de Questionário e de Grupo Focal (se necessário).

Quadro 1 - Etapas da identificação das preocupações da comunidade.

IDENTIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE	
1.	ENGAJAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS
2.	MAPEAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS
	2.1 Reuniões Preparatórias (Preparatória 1 e preparatória 2)
3.	REUNIÕES DE LEVANTAMENTO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE
	3.1 Visita Local (reuniões de Nível 1 e Nível 2)
4.	DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE
5.	REAVALIAÇÃO DAS ÁREAS ALVO EM FUNÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO

Fonte: Estudos de ARSH e ARE.

2 IDENTIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE EM SAÚDE

2.1 RECOMENDAÇÕES GERAIS DOS ESTUDOS

Uma série de recomendações que permeiam as Fases do Projeto, são consideradas balizadoras para a construção de propostas. As recomendações gerais são apresentadas abaixo e as específicas nos conteúdos relacionados.

- ✓ A **comunidade associada a um local de risco** pode ser definida como a população que vive nas suas vizinhanças e todas as pessoas que podem proporcionar ou disseminar informações pertinentes sobre o local durante o processo de avaliação de saúde, além de pessoas que estiveram ou estão vinculadas com o problema. A comunidade envolvida pode incluir residente individual que vive nas proximidades ou grupos organizados da comunidade e seus representantes. (MS. p.14)
- ✓ Uma atitude adequada dos **avaliadores** será adotar a transparência em todas as ações, socializar as informações e atuar no âmbito do coletivo, evitando reuniões individuais, que poderiam ser interpretadas como conspiratórias. (MS, p.15)
- ✓ Os **avaliadores** devem responder as questões da comunidade, lembrando sempre que a comunidade é composta por diferentes grupos, portanto suas questões podem ser diferentes, assim como a forma de respondê-las. (MS p.15)
- ✓ Os **avaliadores** devem ir a campo com o entendimento que a avaliação é um processo e que todas as ações devem ser checadas periodicamente. (MS p.16)
- ✓ Deve-se, "...seguir o princípio de que toda **informação** é válida, até mesmo aquelas que, com o passar do tempo ou após uma análise, se apresente como falsa ou pouco consistente..." (MS p.16)
- ✓ As **estratégias** devem ser construídas coletivamente. A satisfação de estar "re-construindo" o seu futuro pode impulsionar as pessoas para pensar alternativas de solução de problemas. (MS p.15)
- ✓ As **estratégias** poderão ser alteradas, principalmente quando se apresentarem ineficazes. Não existe "receita de bolo", os atores sociais envolvidos e o ambiente não são estáticos, por isso a equipe de **avaliadores** deve ser flexível, apesar de ter que estabelecer limites pré-estabelecidos. (MS p.16)
- ✓ Toda **reunião** deverá ser agendada com tempo suficiente para que a população se organize e possa comparecer, assim como os horários e locais devem atender as condições da população. Não se deve fazer reuniões, comunicados e visitas improvisadas.
- ✓ Evitar **reuniões** longas, colocar poucos pontos na pauta, caso necessário realize outras reuniões.
- ✓ Evitar palavras e frases negativas, busque **clareza e objetividade**, use **exemplos** para explicar determinados eventos, sobretudo se você já tiver ouvido isto de alguém da própria

comunidade, tenha uma atitude de respeito, evitando piadas, mas mantendo o **bom humor**, sempre tornam mais leve uma reunião.

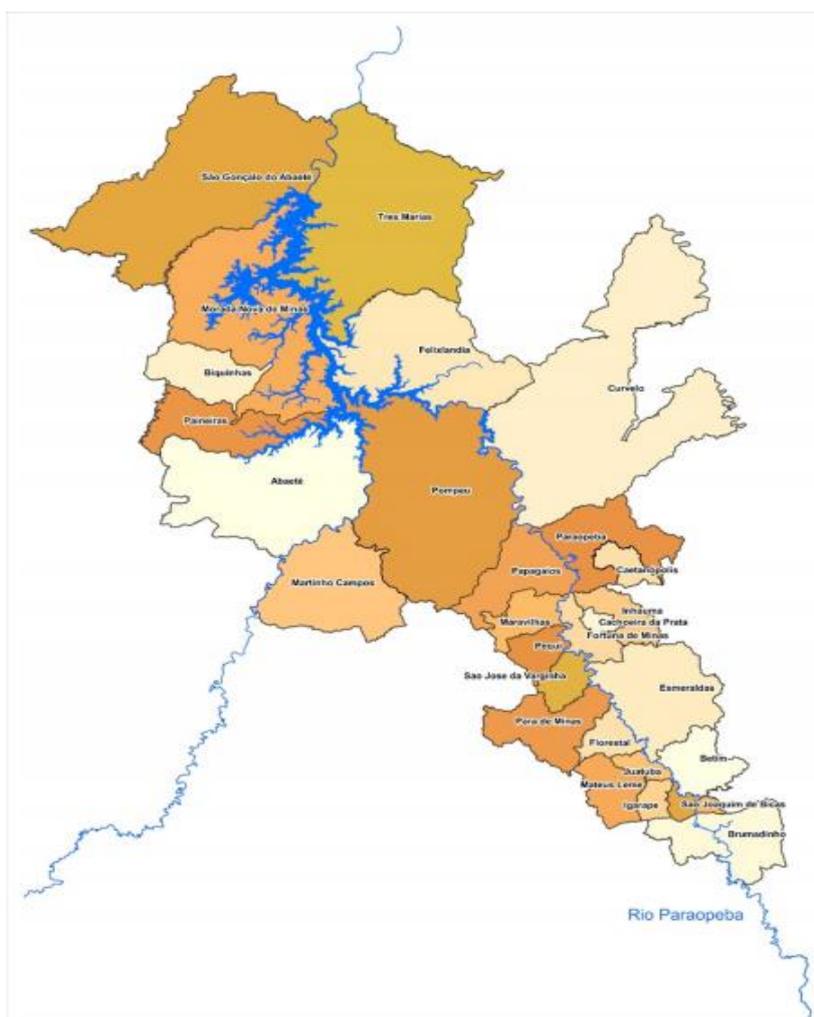
- ✓ Se houver recursos, paneje um **pequeno lanche** para ser oferecido a comunidade (café, água, biscoitos). Neste momento a equipe de investigadores presentes à reunião deverá se envolver com a comunidade e verificar se as informações passadas foram entendidas, assim como levantar possíveis dúvidas que ainda poderão ser esclarecidas no momento ou futuramente. (MS p.17)

✓

2.2 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO: ÁREAS ALVOS E MUNICÍPIOS

O estudo possui abrangência Regional por envolver 29 municípios, ao longo de aproximadamente 320 km na Bacia do Rio Paraopeba, em decorrência do rompimento da Barragem I da Mina do Córrego do Feijão (Mapa 1)

Mapa 1 - Municípios selecionados para a aplicação dos Estudos de ARSH e ARE



Fonte: Projeto ARSH ARE, 2020.

Os 29 municípios foram classificados em 18 Municípios com Área Alvo (AA)³ e 11 Municípios sem Área Alvo. Ao todo foram definidas 15 AA, sendo que um município pode estar inserido em uma ou mais AA, como exemplo o município de Curvelo que integra as AA 13, 14 e 15; e uma AA pode ter mais de um município, como exemplo a AA 11, que contempla os municípios de Fortuna de Minas, Maravilhas e Pequi (Quadro 2).

Quadro 2 - Municípios: com e sem áreas alvo

Municípios com área alvo (AA)		Municípios sem área alvo	
1	Betim (AA 06)	1	Abaeté
2	Brumadinho (AA 01, 02, 03, 04)	2	Biquinhas
3	Curvelo (AA 13, 14, 15)	3	Cachoeira da Prata
4	Esmeraldas (AA 09)	4	Caetanópolis
5	Felixlândia (AA 15)	5	Inhaúma
6	Florestal (AA 09)	6	Martinho Campos
7	Fortuna de Minas (AA 11)	7	Mateus Leme
8	Igarapé (AA 07)	8	Nova Morada de Minas
9	Juatuba (AA 07, 08, 09)	9	Paineiras
10	Maravilhas (AA11)	10	São Gonçalo do Abaeté
11	Mário Campos (AA 05)	11	Três Marias
12	Mateus Lema (AA 10)		
13	Papagaios (AA 12)		
14	Paraopeba (AA 12)		
15	Pequi (AA 11)		
16	Pompéu (AA 13, 14, 15)		
17	São João das Bicas (AA 05, 06, 07)		
18	São João da Varginha (AA 10)		

Fonte: Estudo ARSH e ARE, 2020.

³ Área Alvo (AA) representações espaciais delimitadas por micro bacias de contribuição hídrica que possuam características similares quanto aos atributos físicos, de seu uso e ocupação do solo, populações potencialmente expostas e alterações ambientais causadas pelo rompimento da B1

2.3 METODOLOGIA

A metodologia é uma forma instrumental para estabelecer os procedimentos lógicos utilizados na investigação dos fatos que configuram o objeto do estudo (GIL, 2010).

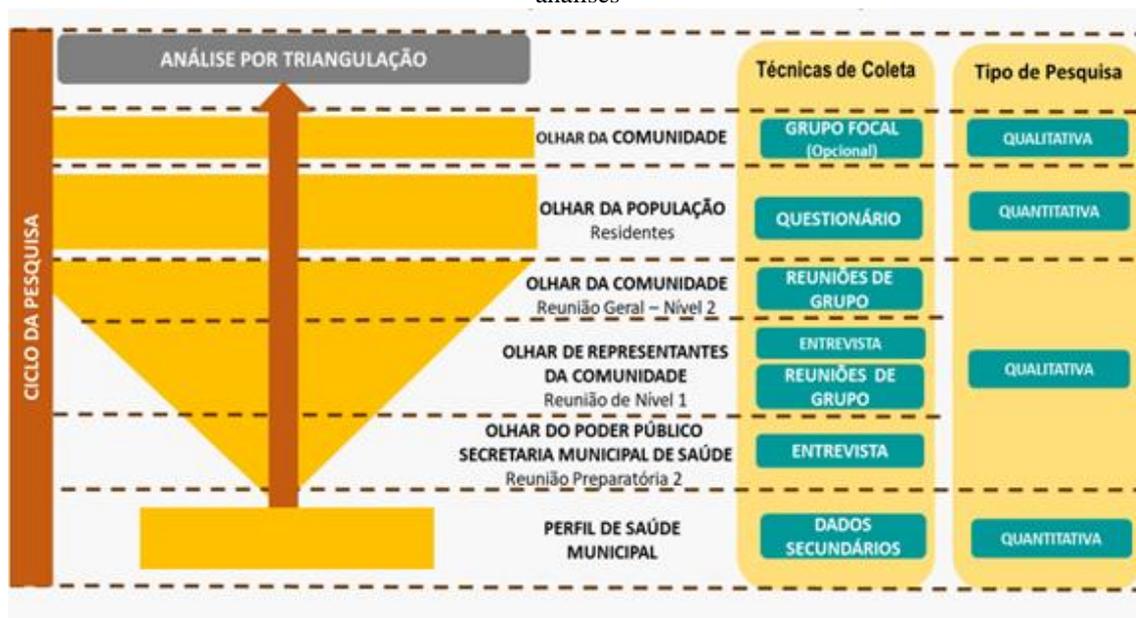
A Identificação das Preocupações da Comunidade é uma pesquisa social, voltada para uma ampla e complexa realidade, que combina as metodologias qualitativas e quantitativas, bem como diferentes métodos, técnicas de coleta, de fonte, de análises e de pesquisadores.

O emprego de múltiplas práticas para um mesmo fim recebe a denominação de triangulação. Bruchêz *et al.* (2016) comentam a importância do modelo de triangulação em estudos sociais:

“Segundo Denzin (1970), por meio da combinação de diferentes métodos e investigadores no mesmo estudo, os observadores podem, parcialmente, superar as deficiências que emanam de um único investigador ou método. Para Vergara (2006) a triangulação pode ser vista a partir de duas óticas: a estratégia que contribui com a validade de uma pesquisa e como uma alternativa para a obtenção de novos conhecimentos, através de novos pontos de vista”.

A Figura 2 apresenta a aplicação do modelo de Triangulação na estrutura geral da Identificação das Preocupações da Comunidade, demonstrando o uso dos diversos recursos metodológicos combinados inseridos na lógica do Ciclo da Pesquisa.

Figura 2 - Estrutura geral da Identificação das preocupações da comunidade -Triangulação de métodos e análises



Fonte: Elaborado pela consultoria.

2.4 COLETA DE DADOS

A metodologia prevê o uso de dados primários e secundários.

O levantamento dos **dados secundários** é o início da pesquisa, representando a primeira aproximação com a realidade de cada município a ser avaliado nos Estudos de ARSH e ARE.

A coleta dos **dados primários** é feita em campo e se dará por meio das reuniões definidas nos Estudos ARSH e ARE e em levantamento junto a população das áreas afetadas, com a aplicação de questionários. O estudo indica o uso do grupo focal caso seja necessário.

2.4.1 DADOS SECUNDÁRIOS E PRIMÁRIOS

Ao iniciar um processo de avaliação de risco à saúde humana, torna-se necessário que a equipe de avaliadores busque uma série de informações para a caracterização do local contaminado (MS, p.6).

É realizado um levantamento da informação local com o objetivo de obter informações sobre possíveis efeitos na saúde pertinentes ao município e à Área Alvo que está sendo avaliada, o que corresponde à primeira etapa das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH - Levantamento e Avaliação da Informação do Local, capítulo 4 do RAGS Human Health (USEPA, 1989a), bem com capítulos 1 e 3 do RAGS Ecological Risk (US.EPA, 1997). (GRUPO EPA. Projeto Estudos de Avaliação de Risco)

Para isso são consultadas as principais fontes de **dados secundários**, que disponibilizam informações, para a construção das análises sobre os efeitos na saúde, junto as Secretarias de Saúde do Estado, Secretarias de Saúde dos municípios. Além disso, são utilizados bancos de dados sobre saúde de instituições privadas e federais indicados no Anexo 1 (MS, 2010), bem como a consulta a novos sistemas implantados após 2010⁴

A consolidação e análise dos **dados secundários** disponíveis representa a primeira aproximação com a realidade de cada município, trazendo informações e especificidades a serem discutidas na reunião com o Poder Público, e consideradas nas reuniões de Nível 1 e 2, como também balizam a construção do roteiro de perguntas norteadoras que serão utilizadas nas Reuniões.

A estrutura do processo de coleta de **dados primários**, envolvendo várias partes interessadas, é uma característica importante do Estudo. Estão definidos momentos distintos com

⁴ SARGSUS: Sistema de Apoio à Construção do Relatório de Gestão (RG), 2013, Disponibiliza: Plano Municipal de Saúde 2018 a 2021. Relatórios Gestão Anual 2017/2018; Resolução do Conselho Municipal aprovando o PAS (2017 e 2018). SIACS: Sistema de Acompanhamento dos Conselhos de Saúde, lançado pelo Conselho Nacional de Saúde em 2012.

participantes específicos envolvidos na identificação dessas preocupações. Cada qual trará o seu olhar sobre a problemática, a partir das suas posições. Na Reunião preparatória 2, com o Poder Público, temos o início da coleta. Em seguida, na Reunião de Nível 1 a coleta acontece junto aos Representantes da Comunidade e na Reunião de Nível 2, o detalhamento é feito pela Comunidade (Figura 2).

Os conteúdos gerados em cada momento são subsídios para os posteriores, possibilitando que o processo, a cada tempo, possa ganhar amplitude, detalhamento, aprofundamento e ao final ser validado pela comunidade como representativo de suas preocupações.

Os registros dos participantes e dos conteúdos explanados e discutido nas reuniões seguirão os modelos propostos nos anexos 1 e 2.

Em seguida, são descritas, com detalhes, os métodos e instrumentos de cada passo da coleta de dados primários (2.4.2 a 2.4.6).

2.4.2 REUNIÃO COM AGENTES DO PODER PÚBLICO – PREPARATÓRIA 2

É o primeiro contato da equipe com órgãos governamentais para tratar da(s) Área(s) Alvo em estudo. Deve ser realizada antes de qualquer contato com representantes e membros da comunidade.

Entre seus objetivos destaca-se:

Iniciar o processo de levantamento das preocupações da comunidade junto às Secretarias Municipal e Estadual de Saúde e Assessorias Técnicas dos Municípios.

Esta etapa do levantamento tem a finalidade de apresentar o Estudo de ARSH e ARE no contexto territorial e local, apresentar informações preliminares sobre o município, validar as localidades e os representantes das comunidades, iniciar o levantamento das preocupações da comunidade com a sua saúde, e obter acesso a relatórios e informações de saúde disponíveis e de interesse para o Estudo.

Público Alvo:

- Poder executivo municipal (Prefeito)
- Representantes da Secretaria Municipal e Estadual da Saúde, Meio Ambiente e se possível Assistência Social.
- Assessoria Técnica do Município

Observadores: Comitê Gestor Pró-Brumadinho / SEPLAG – MG; Governo do Estado de Minas Gerais – SEGOV, SES e SEMAD/FEAM; AECOM e VALE

Modelo de Reunião: considerando os objetivos da reunião e o público alvo, optou-se em utilizar dois momentos distintos, sendo o primeiro momento de caráter informativo e de esclarecimentos, quanto aos estudos de ARSH e da etapa específica de Levantamento das Preocupações da Comunidade com a Saúde, e o segundo momento estruturado em uma reunião de trabalho, de caráter participativo e interativo:

Momento 1: Conteúdo Informativo – foco regional e local.

- Apresentar o Projeto de Estudos de ARSH aos órgãos governamentais do município, juntamente com o cronograma de atividades.
- Apresentar o andamento do Projeto de Estudos de ARSH nas demais Áreas Alvo.
- Contextualizar o Projeto de Estudos de ARSH, com destaque para a etapa de Levantamento das Preocupações da Comunidade com a sua Saúde.

Momento 2: Reunião técnica de trabalho, com maior envolvimento da equipe de Saúde, Meio Ambiente e Assistência Social.

- Apresentar dados preliminares de saúde do município: perfil populacional, perfil de morbimortalidade, cobertura da Atenção Básica, Regionalização, Estabelecimentos de Saúde e perfil de vulnerabilidade socioeconômica.
- Trabalho participativo de validação e levantamentos: validar as localidades da(s) Área(s) Alvo; identificar os representantes das comunidades localizadas na(s) Área(s) Alvo, público alvo da próxima reunião, que devem ser envolvidos para possibilitar a efetividade das Reuniões Gerais com a comunidade; iniciar o Levantamento das Preocupações da Comunidade junto ao público presente e solicitar o acesso aos dados do e-SUS Atenção Primária: Relatórios de atendimento Individual, Cadastro Individual e Cadastro Familiar.
- Definição de demandas, responsáveis e prazos: definir representante do Poder Público Municipal, que seja referência para acompanhar e atender as demandas vinculadas ao processo dos Estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana (validação das localidades e seus representantes, disponibilização de relatórios e estudos) e estabelecer prazos de entregas.

Tempo de duração: de 2 horas a 2 horas e meia

Estratégias de execução: a reunião poderá ser realizada no formato presencial ou a distância, considerando o público, os recursos, o acesso e a familiaridade desses com a tecnologia e os meios digitais. No caso de reuniões virtuais será utilizado o aplicativo mais adequado e acessível ao

público. (teams, google meets, zoom meet, dentre outros), sendo previsto os seguintes passos e instrumentais:

- Contato Inicial: definição de agenda de reunião e participantes.
- Convite: formalização da agenda da Reunião (data, hora e local)
- Material orientador: envio prévio para ciência dos assuntos e demandas a serem tratadas na reunião.
- Material de apoio: apresentação do conteúdo da Reunião: Momento 1 e Momento 2. (power point)
- Registros das Preocupações da Comunidade com a sua Saúde - Olhar do Gestor Público: utilização de planilha para o registro das preocupações, com ênfase para a caracterização dos aspectos relativos à temporalidade localização/territorialização e relação com a exposição. (Figura 3)
- Perguntas norteadoras para o levantamento. (Quadro 3)
- Registro da Reunião: documentada por meio de ata eletrônica e de gravação, com a disponibilização do endereço para acesso a todos os participantes, garantindo acesso aos assuntos tratados, as informações e as definições de demandas, entregas, responsáveis e prazo.

Quadro 3 - Perguntas norteadoras para o levantamento junto ao poder público

- *Existe levantamento de dados histórico, epidemiológico e toxicológicos para o município? Se sim como podemos acessar?*
- *A SMS identificou aumento de casos de algum agravo de saúde ou doenças após o rompimento? Se sim quais comunidades apresentaram esse aumento e como foi formalizado?*
- *Existe alguma preocupação associada ao rompimento, quanto a saúde específica de um indivíduo, grupo ou população? Se sim, qual? Como essa preocupação foi formalizada?*

Fonte: Estudo ARSH e ARE, 2020.

Quadro 4 - Formulário para o registro das preocupações da Comunidade: Reunião Preparatória 2.

AVALIAÇÃO DE RISCO A SAÚDE HUMANA (ASRH) GRUPO EPA - ETAPA DE IDENTIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE FASE 1																					
PLANILHA DE LEVANTAMENTO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM SUA SAÚDE - Reunião Preparatória 2												DATA:									
MUNICÍPIO																					
Secretária Municipal de Saúde e Assessoria Técnica																					
FONTE (Reunião Preparatória 2)	PREOCUPAÇÃO	CICLO DE VIDA / FAIXA ETÁRIA				ABRANGÊNCIA			NECESSIDADE ESPECIAIS		SEXO		OCUPAÇÃO			TEMPORALIDADE		LOCALIDADES	RELAÇÃO COM A EXPOSIÇÃO		
	DETALHAMENTO	Bebê	Criança	Adolescentes	Adulto	Idoso	Individual	Familiar	Coletivo	Gestante	Deficiente	Feminino	Masculino	Urbana	Rural	Antes	Depois	Plor/Exacerbação	Longo Prazo	Localidade	Tipo/Detailhamento

Fonte: Elaborado pela consultoria.

2.4.3 REUNIÕES COMUNITÁRIAS: NÍVEL 1 (REPRESENTANTES DA COMUNIDADE) E NÍVEL 2 (COMUNIDADE)

Para as reuniões Comunitárias de Nível 1 e Nível 2 a proposta metodológica é comum, em função de se ter a comunidade como principal foco destas reuniões.

No caso da Reunião de Nível 1, essa escuta se dá através do Representante da Comunidade e, na de Nível 2, a própria comunidade trás suas manifestações quanto as preocupações com a sua saúde.

Ambas devem ser conduzidas através de métodos participativos e interativos, como estratégias importantes para o levantamento das informações, onde a comunidade possa expressar suas preocupações, refletindo sobre o contexto do estudo em sua localidade, ocasião em que serão ouvidos e terão registradas todas as preocupações com a sua saúde relatadas.

Neste sentido, a Reunião em Grupo⁵ é o método selecionado para trabalhar um momento no qual a comunidade se organiza em torno de um tema comum, neste caso, expressar suas preocupações, tanto no âmbito individual quanto no âmbito coletivo.

A reunião é também um importante método para a interação grupal como forma de produzir dados e insights sobre a problemática comum que os envolvem. Possibilita a coleta de dados a partir da manifestação de vários participantes ao mesmo tempo, que aprofundam as preocupações levantadas, com variedade de informações, sentimentos, experiências, representações e expectativas sobre a questão e seu aprofundamento. (KIND, 2004)

⁵ Os participantes de grupos de discussão dialogam sobre um tema particular, ao receberem estímulos apropriados para o debate. É uma forma de coleta de dados direta por meio da fala de um grupo, que relata suas experiências e percepções, em torno de um tema. (RESSEL et. Al., 2008).

A condução e coordenação da reunião é dada pela presença de um facilitador/moderador que se orienta por um roteiro e perguntas motivadoras, e que mantenha o foco da reunião, possibilite um ambiente acolhedor e amigável e oportunizando a participação de todos.

Para apoiar a coleta de informações e o detalhamento das preocupações levantadas no grupo, optou-se pelo uso de painéis e cartelas para a visualização móvel, sendo necessário a presença de um registrador, visando manter a dinâmica da reunião. Esse recurso visual permite dar fluidez às falas, identificar o peso de determinada preocupação, trabalhar juntos na montagem do painel de preocupações, garantir transparência no levantamento, valorizar a voz de cada um e validar o conteúdo produzido ao final.

- ✓ As preocupações da comunidade, pode estar associadas com a exposição aos contaminantes do local, podem ser ordem ambiental, de saúde ou, ainda, relativas a aspectos de ordem econômica, social, psicológica, entre outras (MS, 2010).
- ✓ As preocupações com a saúde são trabalhadas no seu sentido mais amplo, podem se referir não só a doenças e agravos, sinais e sintomas, mas também as inquietações, medo, desassossego e receio, que são sentidos e percebidos no passado, presente e/ou futuro.
- ✓ Todas as preocupações serão registradas mesmo que esta seja uma questão individual, ou de uma família ou de uma comunidade.

Segundo Nogueira Martins e Bônus (2004) e Gatti (2005), cada reunião grupal deve ter noventa minutos e não deve ultrapassar três horas, para que a coleta de dados seja funcional, evitando o cansaço dos participantes e a manutenção do foco do problema e para que a coleta contenha informações suficientes para uma boa análise.

Visando a participação efetiva de cada participante e a discussão adequada do tema, cada grupo deve ser constituído, no máximo, por 25 pessoas. Caso o número de inscritos seja superior, será realizado mais grupos de trabalho. Os grupos serão estruturados considerando a participação na reunião de representantes da uma mesma localidade ou município.

A reunião em grupo demanda por um percurso metodológico estruturante, que considere a importância de atenção quanto: ao local adequado, de fácil acesso e preparado para receber a comunidade; a valorização do participante, tendo como premissa colocá-los como o centro do processo de levantamento e a preparação para o momento presente, através da estimulação, motivação e sensibilização, integrando-os numa tarefa comum.

Frente a situação de Pandemia e as ações sanitárias em vigor no país desde março de 2020, nas Reuniões presenciais serão observados todos os cuidados, orientações e recomendações para a adoção de medidas preventivas contra a COVID-19, com base no documento “Recomendações acerca da adoção de medidas preventivas contra a COVID-19 no âmbito das reuniões presenciais do Estudo de Avaliação de Risco conduzido pelo Grupo EPA”, elaborado pela Coordenadoria de Vigilância em Saúde Ambiental do Governo de Minas Gerais. (Anexo 1)

REUNIÕES DE NÍVEL 1 - REPRESENTANTES DA COMUNIDADE

É o primeiro contato da equipe com a comunidade. Entre seus objetivos destaca-se:

- Dar continuidade ao levantamento das preocupações da comunidade com o olhar dos representantes das comunidades.
- Identificar as comunidades visando a realização da reunião nível 2.

A reunião de nível 1 tem como finalidade apresentar o Estudos de ARSH no contexto territorial e local e o status atualizado do projeto, iniciar o levantamento das preocupações da comunidade da Área Alvo (informar, orientar e esclarecer a condução do processo), identificar as principais estratégias utilizadas para a mobilização da comunidade, construir uma lista de convidados para a Reunião Nível 2, agendar a realização com as comunidades da Área Alvo e explicar os objetivos desta reunião, bem como estabelecer vínculo com os representantes no acompanhamento e apoio ao Projeto.

Público Alvo:

- Representantes da Comunidade
- Relações com a Comunidade (RC) – Vale
- Equipes Territoriais e de Saúde – Vale
- Representantes da Secretaria Municipal da Saúde

Observadores: Comitê Gestor Pró-Brumadinho / SEPLAG – MG; Governo do Estado de Minas Gerais – SEGOV, SES e SEMAD/FEAM; AECOM, VALE e a Assessoria Técnica do município.

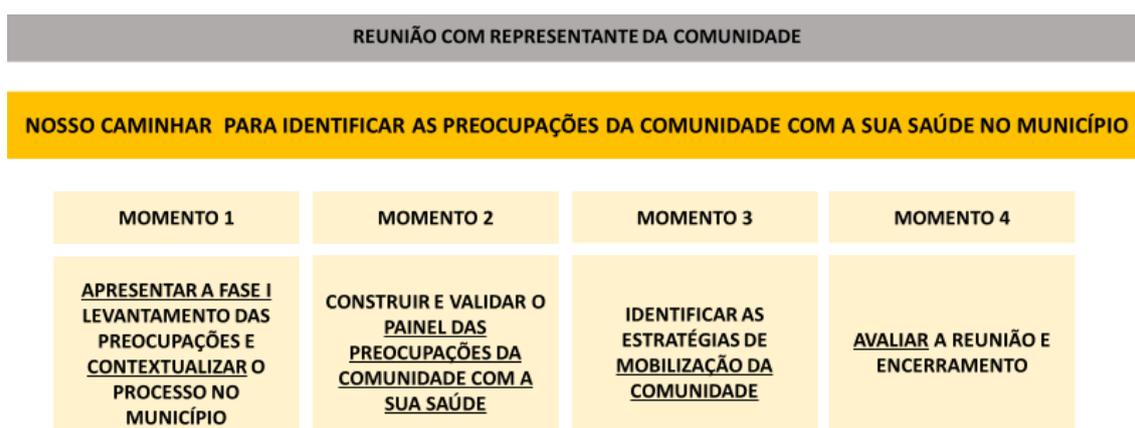
Estratégias de mobilização dos Representantes da Comunidade: Com a lista dos Representantes validadas na Reunião Preparatória 2, duas importantes ações são desencadeadas:

- (1) contato com o Representante fornecendo informações iniciais e esclarecimentos sobre o Estudo e a fase de levantamento das preocupações e a disponibilidade para participação na Reunião de Nível 1.

(2) solicitação de autorização de inclusão no grupo de WhatsApp, visando a organização e mobilização dessas lideranças para a realização da reunião, o estabelecimento de um canal de comunicação e a disponibilização da Cartilha do Estudos de Avaliação de Risco.

Modelo da Reunião: organizada em quatro momentos, definidos como percurso metodológico, sendo o Momento 1 de informação sobre Projeto Estudos de ARSH (geral, local e específico) e de esclarecimentos. A partir do Momento 2 se inicia os levantamentos das preocupações da comunidade, priorizando as informações quanto a temporalidade, localidades e a relação com a exposição, a seguir, no Momento 3, são identificadas as estratégias e ações de mobilização mais efetivas para sensibilizar a comunidade para a sua participação na Reunião Nível 2 e construir uma lista de convidados. É também mapeado possíveis locais estratégicos e de fácil acesso para a realização da reunião com a comunidade, além de dias e horários de maior disponibilidade para as participações e no Momento 4 se dá a avaliação da reunião e o encerramento (Figura 3).

Figura 3 - Percurso Metodológico da Reunião de Nível 1



Fonte: Elaborada pela consultoria.

Tempo de duração: 1h a 1:30h (podendo se estender até 2:00h).

Estratégias de execução: a reunião deve ser preferencialmente realizada de forma presencial. Para situações especiais é possível realizar de forma remota. No caso de reuniões virtuais deve ser feito um levantamento e uma avaliação cuidadosa da possibilidade e viabilidade da participação dos Representantes, sob todos os aspectos: disponibilidade de recursos de comunicação e de conectividade, acesso e familiaridade com a tecnologia e disponibilidade e interesse em participar neste tipo de reunião. Caso o Representante tenha indisponibilidade/impedimento de participar da reunião é possível a realização de uma entrevista com o uso de um roteiro, para a caracterização da situação e coleta das preocupações da comunidade com a sua saúde (Anexo 2). São previstos os seguintes passos e instrumentais:

- Contato inicial: definição de agenda de reunião e participantes.

- Convite: envio da agenda da Reunião (data, hora e local). Material orientador: envio prévio para ciência dos assuntos e demandas a serem tratadas na reunião e a disponibilização da Cartilha do Estudos de Avaliação de Risco.
- Material de apoio: apresentação do conteúdo da Reunião: Momento 1 a 4. (Power point), mapa do município e da AA e suas localidades.
- Registros das Preocupações da Comunidade com a sua Saúde: utilização de tarjetas, com ênfase para a caracterização dos aspectos relativos à temporalidade, localização/territorialização e relação com a exposição. Caso seja virtual utilização de planilha para o registro das preocupações (Quadro 5).
- Registro da Reunião: documentada por meio de ata eletrônica e de gravação, com a disponibilização para acesso a todos os participantes, garantindo assim o acesso aos assuntos tratados como também às informações e dados coletados.
- Lista de Presença: registro dos participantes presentes com assinatura (reunião presencial).

Quadro 5 - Registro das Preocupações da Comunidade – Reunião Nível 1

PLANILHA DE LEVANTAMENTO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM SUA SAÚDE																									
MUNICÍPIO																									
REUNIÃO NÍVEL 1																									
DATA																									
PREOCUPAÇÃO	TEMPORALIDADE				LOCALIDADES				RELAÇÃO COM A EXPOSIÇÃO		CICLO DE VIDA			ABRANGÊNCIA	GRUPO	SEXO	OCUPAÇÃO								
DETALHAMENTO	Antes	Depois	Pior/Exacerbação	Longo Prazo	LOCALIDADE 1	LOCALIDADE 2	LOCALIDADE 3	LOCALIDADE 4	Tipo	Detalhamento	Bebê	Criança	Adolescentes	Adulto	Idoso	Individual	Familiar	Coletivo	Gestante	Deficiente	Feminino	Masculino	Urbana	Rural	

Fonte: Elaborada pela consultoria.

REUNIÃO COM A COMUNIDADE – NÍVEL 2

Entre os objetivos da Reunião Nível 2, destaca-se:

- Iniciar o detalhamento do levantamento das preocupações da comunidade junto aos Representantes das Comunidades e populações potencialmente expostas.

O foco desta abordagem é a população. É o momento de escuta exclusiva da população, levando em consideração que nos encontros anteriores – Reunião Preparatória 2 e Reunião Nível 1 – respectivamente os representantes do poder público e os representantes da comunidade participaram de dinâmicas com o mesmo objetivo.

Para o sucesso desta etapa da pesquisa é importante o estabelecimento de um ambiente neutro e evitar a presença de pessoas estranhas ao grupo ou que possam inibir a participação e a espontaneidade do grupo.

Pretende-se, nesta etapa, validar e aprofundar as informações obtidas nas etapas anteriores; ampliar as preocupações com a contribuição direta da população residente e detalhar as preocupações listadas.

A finalidade da reunião é apresentar o Estudos de ARSH no contexto territorial e local e o status atualizado do projeto, ampliar, revisar e aprofundar o levantamento das preocupações da comunidade da Área Alvo e estabelecer vínculo com a comunidade para o acompanhamento e apoio ao Projeto.

Público alvo: População residentes na área alvo, como também residentes de regiões identificadas com demandas fora da área alvo nas reuniões anteriores, com a participação do poder público, lideranças comunitárias e demais atores chaves envolvidos.

Observadores: Comitê Gestor Pró-Brumadinho / SEPLAG – MG; Governo do Estado de Minas Gerais – SEGOV, SES e SEMAD/FEAM; AECOM, VALE e a Assessoria Técnica do município.

Estratégias de mobilização da comunidade: A sensibilização e mobilização é feita pelas Lideranças que participaram da Reunião de Nível 1.

Modelo de reunião:

A reunião em grupo é o método selecionado para trabalhar com a comunidade no levantamento e detalhamento das suas preocupações na Reunião Geral.

Os participantes de grupos de discussão dialogam sobre um tema particular, ao receberem estímulos apropriados para o debate. É uma forma de coleta de dados direta por meio da fala de um grupo, que relata suas experiências e percepções, em torno de um tema. (RESSEL *et. al.*, 2008).

A reunião é também um importante método para a interação grupal como forma de produzir dados e insights sobre a problemática comum que os envolvem. Possibilita a coleta de dados a partir da manifestação de vários participantes ao mesmo tempo, que aprofundam as preocupações levantadas, com variedade de informações, sentimentos, experiências, representações e expectativas sobre a questão e seu aprofundamento (KIND, 2004).

Trata-se de um momento no qual a comunidade se organiza em torno de um tema comum, neste caso, expressando suas preocupações, tanto no âmbito individual quanto no âmbito coletivo.

Neste sentido e considerando a importância da interação grupal esta etapa do levantamento não é indicada que ocorra de forma virtual, no formato de vídeo conferência. A baixa cobertura e acesso à tecnologia e ferramentas digitais para o encontro remoto também deve ser considerado.

A condução e coordenação da reunião é dada pela presença de um facilitador/moderador que se orienta por um roteiro e perguntas motivadoras, e que mantenha o foco da reunião, possibilite um ambiente acolhedor e amigável e oportunize a participação de todos.

Segundo Nogueira Martins & Bônus (2004) e Gatti (2005), cada reunião grupal deve ter noventa minutos e não deve ultrapassar três horas, para que a coleta de dados seja funcional, evitando o cansaço dos participantes e a manutenção do foco do problema para que a coleta contenha informações suficientes para uma boa análise.

Visando a participação efetiva de cada participante e a discussão adequada do tema, cada grupo deve ser constituído, no máximo, por 25 pessoas. Caso o número de inscritos seja superior, será realizado dois ou mais grupos de trabalho.

Para apoiar a coleta de informações e o detalhamento das preocupações levantadas no grupo optou-se pelo uso de painéis e cartelas para a visualização móvel, sendo necessário a presença de um registrador, visando manter a dinâmica da reunião. Esse recurso visual permite dar fluidez às falas, identificar o peso de determinada preocupação, trabalhar juntos na montagem do painel de preocupações, garantir transparência no levantamento, valorizar a voz de cada um e validar o conteúdo ao final.

Percurso metodológico:

A reunião em grupo demanda por um percurso metodológico estruturante que considere a importância de: local adequado, fácil acesso e preparado para receber a comunidade; valorização do participante, tendo como premissa coloca-los como o centro do processo de levantamento e prepara-los para o momento presente, através da estimulação, motivação e sensibilização, integrando-os numa tarefa comum.

Desta forma a metodologia prevê quatro momentos distintos que incluem várias atividades: boas vindas; levantamento das expectativas; abertura do evento; apresentação de todos, incluindo os participantes; informações sobre o que e como será conduzida cada etapa da reunião; trabalhos em grupo bem orientados e conduzido com fluidez e clareza, indicando os significados e importância da produção que representa o coletivo e o individual, sem descartar nenhuma preocupação manifestada e o uso de métodos e recursos adequados para gerar conteúdo investigativo de qualidade; validação do conteúdo produzido; encerramento e avaliação da reunião (Quadro 5).

O detalhamento de cada um dos momentos e atividades com a especificação dos objetivos, preparação, material e recursos necessários, função do facilitador, registrador e apoio e a indicação do tempo previsto encontra-se especificadas nos Quadros 6 a 10.

Quadro 6 - Mapa do percurso metodológico da Reunião Nível 2

MAPA DO PERCURSO METODOLÓGICO			
Momento 1	Momento 2	Momento 3	Momento 4
Acolhimento e Abertura da Reunião	Construção do Painel 1 - Nossas Preocupações	Construção do Painel 2 - Detalhamento das Nossas Preocupações	Encerramento e Avaliação Final
Boas vindas, recepção, credenciamento e expectativas	Ambientar e Orientar os Participantes	Ambientar e Orientar os Participantes	Encerrando nossa Reunião
Abertura	Levantar as Nossas Preocupações	Detalhar as Nossas Preocupações	Avaliação do encontro e do sentir das pessoas envolvidas
Nos conhecendo	Validar Painel 1	Validar o Painel 2	
O que vamos fazer			

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Quadro 7 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 1

Detalhamento das Atividades	MOMENTO 1: ACOLHIMENTO E ABERTURA DA REUNIÃO				
	Boas vindas: recepção e credenciamento	Levantamento das expectativas	Abertura	Nos conhecendo	O que vamos fazer
Objetivos	Adotar as medidas necessárias para a prevenção do COVID-19. Recepcionar os participantes de forma organizada, em ambiente amigável preparado para sua chegada e permanência durante o período da reunião, disponibilizando o crachá com nome e identificação da comunidade e o preenchimento da lista de presença com assinatura.	Acolher as expectativas e ter um “termômetro” da disponibilidade dos participantes para a reunião.	Dar as boas-vindas aos participantes, agradecer a participação, desejando um ótimo dia. Momento de fala do poder público, VALE, EPA para cumprir os demais objetivos da reunião*.	Valorizar a presença de cada participante e identificar as localidades representada.	Orientar sobre a reunião e a dinâmica da construção dos painéis.
Como se preparar	Separar o número de crachás necessário e lista de presença, organizar indicações (placas de sinalização, se necessário) e o espaço (mesa, cadeiras e materiais), para o acesso, conforto e fluidez no credenciamento (entrega dos crachás e assinaturas da lista de presença). Disponibilizar água e café durante o período da reunião. Montar o “Painel das Expectativas”.	Montar o “Painel das Expectativas” em local visível visando facilitar o registro pelos participantes. Orientar os registros utilizando o postite e a fixação painel.	Combinar com antecedência a fala da equipe.	Produzir placas com a identificação de cada localidade presente na reunião.	Organização da fala de forma sucinta visando cumprir com a pauta proposta identificando quais os melhores interlocutores para o item (1), (2), (3) e (5).
Material Recursos	Ter a cópia da lista de convidados, preparar 2 cópias da lista de presença, 25 crachás, 1 bloco de postite e 2 cartolinas para o “Painel das Expectativas”, fita adesiva e 25 canetas.	1 a 2 postites para cada participante, 1 caneta de ponta fina hidrocor e 2 cartolinas brancas para a colagem dos postites.	Falas presenciais	Cartolina, caneta e papel para o registro das localidades.	PPT padrão para os assuntos a apresentação dos itens.
Função do facilitador, registrador e apoio	Organizar o espaço, sinalização e material para a ambientação, identificação e registro dos participantes. Ao final do dia registrar o número de presença e ausências para compor o Relatório Final da Reunião Geral.	Orientar e incentivar o registro das manifestações dos participantes. Perguntas norteadoras: Qual é a principal expectativa que você tem em relação a reunião? O que você traz para esse momento? (Antes do início da reunião, leitura por parte dos organizadores – subsídios para a reunião)	Conduzir a abertura chamando e agradecendo a fala de cada representante e finalizar o momento de acolhimento.	Pergunta norteadora: Diga seu nome e o nome da sua localidade. Agradecer a participação.	Apresentar aos participantes, esclarecendo não só os objetivos da reunião, mas sobre os horários, café e as instalações físicas (banheiro, refeitório, etc.).
Indicação do tempo	20 minutos. Recomenda-se informar na programação da Reunião que o participante chegue com 30 minutos de antecedência ao início da Reunião Geral.	Ação realizada em conjunto com o credenciamento e assinatura da lista de presença.	30 minutos	10 minutos	10 minutos

Fonte: Elaborado pela consultoria.

* (1) Explicar o projeto às comunidades das áreas alvos em estudo e qual o envolvimento da comunidade planejado; (2) Apresentar, de forma resumida, o andamento dos estudos nas demais áreas alvo; (3) Apresentar o interlocutor da equipe responsável pela comunicação com a comunidade e (5) Explicar a etapa de levantamento das preocupações da comunidade da área alvo, que seguirá os questionários e, quando necessário, os grupos focais.

Quadro 8 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 2

Detalhamento das Atividades	MOMENTO 2: CONSTRUÇÃO DO PAINEL 1 – NOSSAS PREOCUPAÇÕES		
	Ambientar e Orientar os Participantes	Levantar as Nossas Preocupações	Validar as Nossas Preocupações
Objetivos	Introduzir os participantes ao contexto a ser analisado com as orientações e informações necessárias. Enfatizar as medidas de segurança para a prevenção do COVID-19.	Acolher todas as preocupações da comunidade construindo o “Painel 1 – Nossas Preocupações” de forma visual para o grupo	Complementar e validar o Painel 1, considerando o conteúdo gerado pelo próprio grupo e o conteúdo gerado pelas Reuniões Preparatória 2 e Nível 1.
Como se preparar	Ter o roteiro para checar as informações importantes para essa atividade (o que é o painel e sua finalidade, como vamos levantar as preocupações, como vamos organizar a participação, como vamos registrar, como o painel estará exposto, complementado e validado e sobre o tempo disponível para a atividade)	Registrador se organiza para o início dos registros das falas dos participantes nas cartelas	Montar cartelas com as indicações de preocupações da comunidade, identificadas nos levantamentos junto ao Poder Público (reunião Preparatória 2) e Representantes da Comunidade (reunião Nível 1).
Material Recursos	Roteiro do Painel 1 – Nossas Preocupações	Dispor 50 a 100 cartelas, 4 pincéis atômico, tecido TNT e cola spray 3M para o painel e fita crepe.	Tarjetas com o registro das preocupações da comunidade identificadas nas reuniões Preparatória 2 e de Nível 1
Função do facilitador, registrador e do apoio	Facilitador: apresentar o propósito da atividade, como será conduzida, como será organizada a apresentação das preocupações, visando garantir a participação de todos, e como será a dinâmica quando uma preocupação já foi mencionada por um participante, o registro em cartela de todas as preocupações e o tempo para a atividade. É recomendável que o facilitador faça um exemplo junto com o registrador para checar alguma dúvida ou necessidade de esclarecimento/orientação.	Facilitador inicia o levantamento e organiza a fala dos participantes, checando, a cada preocupação manifestada, se identifica no grupo outros participantes que também têm a mesma preocupação. Agrupar no painel as cartelas de preocupação. Registrador transcreve a fala dos participantes e repassa para o Facilitador que irá ler para checar o modo como foi registrada e verificar com o grupo se esta preocupação é também compartilhada. Neste momento o Facilitador registra na própria tarjeta o número de participantes que tem a mesma preocupação. As tarjetas são fixadas no Painel 1, dando visibilidade a todo o momento aos participantes.	O Facilitador apresenta aos participantes as preocupações trazidas nos levantamentos anteriores. Situação 1: a preocupação já existe no Painel Inicial. Situação 2: a preocupação não consta no Painel Inicial, o Facilitador checa com os participantes se eles reconhecem ou não, o que irá definir a incorporação no Painel. A atividade é fechada com a validação do Painel pelos participantes.
Indicação do tempo	10 minutos	30 minutos	10 minutos

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Quadro 9 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 3

Detalhamento das Atividades	MOMENTO 3: CONSTRUÇÃO DO PAINEL 2 – DETALHAMENTO DAS NOSSAS PREOCUPAÇÕES		
	Ambientar e Orientar os Participantes	Detalhar as Nossas Preocupações	Validar o Detalhamento das Nossas Preocupações
Objetivos	Introduzir os participantes ao momento seguinte com as orientações e informações necessárias	Detalhar as preocupações da comunidade utilizando as unidades de análises.	Ter o Painel 2 – Nossas Preocupações com a Saúde, como representativo das preocupações da comunidade da AA específica
Como se preparar	Orientar-se pelo Roteiro do Painel 2	Iniciar pelas preocupações mais representativas do grupo	Ter uma Visão Geral do Painel
Material Recursos	Roteiro do Painel 2	Disponer de 100 a 150 cartelas e 4 pincéis atômico, tecido TNT e cola Spray 3M para o painel e fita crepe.	-
Função do facilitador, registrador e do apoio	Facilitador: apresenta o Painel 2, como será feito o detalhamento da preocupação, como será conduzida e como será organizada as falas. É recomendável que o Facilitador faça um exemplo junto com o Registrador para checar alguma dúvida ou necessidade de esclarecimento/orientação.	Facilitador inicia o detalhamento organizando a fala dos participantes que identificaram a preocupação. O Registrador deve registrar as informações do detalhamento, repassar para o Facilitador que irá ler e checar o modo como foi registrada. As tarjetas são fixadas no Painel 2, dando visibilidade a todos sobre as informações coletadas e possibilitando que todos acompanhem, passo a passo, a construção do detalhamento das preocupações.	O Facilitador encerra a atividade com a validação do Painel 2 pelos participantes.
Indicação do tempo	10 minutos	50 minutos	10 minutos

Fonte: Elaborado pela consultoria.

ROTEIRO DO PAINEL 2 (detalhamento das preocupações da comunidade)

Frequência (magnitude)

Ciclo de Vida - bebê, criança, adolescente, adulto, idoso

Grupo vulnerável - gestante, deficiente

Sexo - masculino, feminino

Ocupação - urbana, rural

Temporalidade - antes, depois, piora/ exacerbamento, longo prazo

Abrangência - individual*, familiar*, coletiva.

Relação com o tipo de exposição - poeira, água, solo

*Nas abrangências individual e familiar, haverá registro do endereço.

Quadro 10 - Detalhamento das atividades da Reunião Nível 2 – Momento 4

Detalhamento das Atividades	MOMENTO 4: ENCERRAMENTO E AVALIAÇÃO FINAL		
	Encerramento	Nos despedindo	Avaliação Final
Objetivos	Finalizar a reunião relacionando o conteúdo gerado ao objetivo da Reunião Geral, destacando os principais pontos que permitiram alcançar os resultados – Painel construído e validado.	Reconhecer o esforço e a disponibilidade dos participantes com agradecimento pela presença e pelo trabalho	Dispor de avaliação por instrumento simples capaz se ter o termômetro dos participantes em relação a reunião.
Como se preparar	Contar com o apoio do Registrador para apoiar a avaliação final. Remeter à produção do grupo: os Painéis	-	Incentivar e motivar as avaliações
Material Recursos	-	-	1 bloco de postite e 25 canetas hidrocor de ponta fina e Painel das Avaliações
Função do facilitador, registrador e do apoio	Fazer as falas de avaliação do dia. Solicitar a manifestação de pelo menos 3 participantes. Distribuir e solicitar o preenchimento da avaliação.	Encerrar a Reunião	Facilitador e Registrador apoiam para que todos tenham condições de registrar sua avaliação
Indicação do tempo	10 minutos	10 minutos	10 minutos

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Agenda da Reunião Geral

O tempo total previsto para a reunião geral é de 4 horas, sendo que o tempo para a construção e detalhamento conjunto das preocupações (momentos 2 e 3) será de 2 horas. (Quadro 10)

Quadro 10 - Agenda da Reunião Nível 2: Distribuição temporal dos momentos e das atividades.

MOMENTOS	ATIVIDADES	TEMPO	
Recepcionando	Preparação do Local	20 min	1h e ½h
MOMENTO 1: Acolhimento e Abertura da Reunião	Boas vindas: recepção e credenciamento	20 min	
	Levantamento das expectativas	30 min	
	Nos conhecendo	10 min	
	O que vamos fazer	10 min	
	Abertura	10 min	
MOMENTO 2 Construção do Painel 1 – Nossas Preocupações	Ambientar e orientar os participantes	10 min	2 h
	Levantar as Nossas Preocupações	30 min	
	Validar as Nossas Preocupações	10 min	
MOMENTO 3: Construção do Painel 2 – Detalhamento das Nossas Preocupações	Ambientar e orientar os participantes	10 min	
	Detalhar as Nossas Preocupações	50 min	
	Validar o Detalhamento das Nossas Preocupações	10 min	
MOMENTO 4 Encerramento e Avaliação Final	Encerramento	10 min	½h
	Nos despedindo	10 min	
	Avaliação final	10 min	

Fonte: Elaborado pela consultoria.

2.4.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Os Questionários para Levantamentos de Dados Comunitários (residencial e individual) é parte integrante do levantamento das preocupações da comunidade e segue as orientações do MS, 2010.

Durante a realização das visitas à área, pode-se perceber a necessidade de levantar informações junto à população, utilizando-se de instrumentos de investigação, tais como, formulários, questionários e entrevistas. A necessidade de uso desses instrumentos precisa ser bem avaliada, pois implica no desenho de um estudo de investigação que, para ser construído e validado, necessita da seleção da área, bem como da amostra da população e realização de um teste piloto (MS. p16).

Serão realizadas entrevistas com a população residente nas áreas alvo buscando, primariamente, levantar informações que subsidiem as atividades das etapas seguintes dos Estudos de Avaliação de Risco.

Estes dados serão utilizados para responder principalmente três perguntas: Quem são as pessoas afetadas? Como essas pessoas foram afetadas? Quanto essas pessoas foram afetadas? A aplicação dos questionários busca também validar as vias de exposição levantadas neste plano de trabalho. Trará também um levantamento das preocupações com a saúde da população, mapeando os eventuais problemas de saúde que a população suspeita de terem surgido após o evento.

O questionário terá tanto perguntas de respostas abertas como respostas de múltipla escolha. Com a sua aplicação será possível evidenciar o perfil daqueles que foram afetados pelo rompimento; quais as diversas formas que o rompimento afetou a vida dos entrevistados; quanto as pessoas estão expostas aos materiais vazados pelo rompimento da barragem e; quais as opiniões e sentimentos dos afetados sobre o evento. No contexto desta última pergunta, destaca-se as preocupações com a saúde dos afetados desde o rompimento (GRUPO EPA, 2020).

A descrição completa e detalhada da elaboração e metodologia de aplicação dos questionários está contida no item 3.4 do *Plano de trabalho da área impactada – Fase I – Estudos de Avaliação de Risco (GRUPO EPA, 2020)*, a qual também inclui os métodos de quantificação de amostragem representativa e passível de extrapolação.

2.4.5 GRUPO FOCAL

As reuniões com grupos focais serão tratadas como uma ferramenta auxiliar no processo de levantamento das preocupações da comunidade e só serão realizadas quando, após a aplicação dos questionários, forem identificadas lacunas de dados ou informações enviesadas que gerem preocupações distorcidas ou inexistentes.

Trata-se de uma técnica de pesquisa qualitativa, que coleta informações por meio das interações grupais, com o objetivo de reunir informações detalhadas e em profundidade sobre um tópico específico a partir de um grupo de participantes selecionados.

É uma estratégia recomendado pela *Agency Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR, 2005) como ferramenta primária de coleta de informações sobre preocupações à saúde das comunidades e um importante instrumento de coleta de dados em pesquisa no campo da saúde coletiva no Brasil.

Visando garantir a qualidade das informações obtidas, alguns aspectos devem ser observados:

Seleção dos participantes:

- . **Seleção intencional** em conformidade com os objetivos da pesquisa. Os selecionados devem saber se posicionar diante das temáticas da pesquisa.
- . Número de Participantes: 7 a 15 pessoas.
- . **Residentes na área em estudo** ou apresente alguma **ligação com esta área**.
- . Residentes nas **diferentes regiões** da área estudado para que toda a área seja **contemplada**.
- . **Não é necessário** que se conheçam ou tenham algum **tipo de vínculo**. O contrário é, inclusive, mais recomendável.
- . Não devem pertencer ao **mesmo grupo familiar**.
- . **Abranger** todo o **grupo social** da área (faixa etária, sexo e extrato social).

Condução:

- . O grupo é conduzido por duas pessoas: o **moderador e o registrador**.
- . Ambiente neutro - **Evitar** a presença de **pessoas estranhas ao grupo**, que pode inibir a participação e espontaneidade do grupo.
- . **Uso de roteiro** estruturado contendo os **temas-chave** a serem investigados.
- . O total é em média 4 horas. A discussão do grupo focal é de no máximo 2 horas.

Espaço físico

- . **Local neutro**, de **fácil acesso**, **silencioso**, protegida de interrupções externas (ex.: sala de aula).
- . Cadeiras arrumadas em forma **circular**, para que todos possam se ver
- . É recomendável disponibilizar **água, café e um lanche ligeiro** para os participantes.

. Espaço para fixação dos **painéis, mesa e cadeira** para o registrador.

2.5 TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento dos dados seguirá as orientações do MS:

Todas as preocupações da comunidade serão descritas no Relatório de FASE I e comporão obrigatoriamente o Modelo Conceitual para Saúde Pública (MCAMS) conforme orientação das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010). Como o propósito de Avaliações de Risco à Saúde Humana é analisar “as implicações na saúde humana e as preocupações da comunidade pela exposição aos contaminantes de interesse identificados na área estudada” (p. 5, Diretrizes do MS), as preocupações da comunidade serão categorizadas em dois grupos distintos: 1) preocupações relacionadas à rotas de exposição válidas, como por exemplo preocupações quanto ao consumo de alimentos produzidos em solo com a presença rejeito e ao uso de rio atingido pelo rompimento; 2) preocupações não relacionadas à rotas de exposição válidas, como por exemplo preocupações relacionadas a ocorrências de sarampo (ARSH_ARE, 2020).

Para a interpretação e análise dos dados coletados nas diferentes etapas da pesquisa, será aplicada a análise por triangulação.

No que tange à coleta dos dados, uma variedade de técnicas acompanhou o processo de investigação com vistas a ampliar o universo de informações em torno do objeto de pesquisa, utilizando-se, para isso, análise de dados secundários, entrevistas, trabalho em grupos, aplicação de questionário e grupo focal (opcional).

A partir destas várias fontes, o emprego da triangulação para a análise das informações coletadas prevê momentos distintos que se articulam dialeticamente, favorecendo uma percepção de totalidade acerca do objeto de estudo, como também diversos ângulos de análise para que a visão não seja limitada e o resultado não seja restrito a uma única perspectiva. Os pesquisadores dessa área utilizam uma ampla variedade de práticas interpretativas interligadas, na esperança de sempre conseguirem compreender melhor o assunto que está ao seu alcance. (TUZZO, S. A., BRAGA, C.F.)

A Figura 4 apresenta os produtos de análise por triangulação, relacionado ao Ciclo da Pesquisa:

- O levantamento de dados secundários será a primeira aproximação,

- Componente 1: produto da pesquisa gerado das reuniões Preparatória 2, Reunião Nível 1 e Reunião Nível 2 (Reunião Geral). Relatórios por Áreas Alvo e Municípios.
- Componente 2: produto da pesquisa quantitativa do Questionário para Levantamentos de Dados Comunitários.
- Em alguns casos, se necessário, os Grupos Focais irão gerar informações a partir do uso de análises de conteúdo.

Ao final, o conjunto das análises por triangulação, irá constituir Relatório Final da Identificação das Preocupações da Comunidade – Fase 1.

Figura 4 - Análise por triangulação: detalhamento



Fonte: Elaborado pela consultoria.

Os dados serão trabalhados por meio de duas metodologias:

1 – Análise de Conteúdo: Análise e agrupamento de fragmentos de relatos, entre as falas da população, que contenham determinadas características em comum ou que se relacionam entre si (MINAYO). A partir dos relatos, as preocupações poderão ser agrupadas em diferentes categorias:

Exemplos:

- Preocupações relacionadas à saúde
- Preocupações relacionadas ao consumo de água e alimentos
- Preocupações relacionadas às condições de vida

2 – Análise Descritiva: O componente 2 do levantamento, pretende descrever as características das preocupações registradas, como também estabelecer relações entre as variáveis estudadas.

A partir dos registros das reuniões e da tabulação das informações, como no exemplo exposto na Quadro 11, as preocupações da comunidade serão analisadas segundo as variáveis listadas no Quadro 12, que possibilita diferentes cruzamentos visando o aprofundamento da análise.

Quadro 11 - Classificação das preocupações da comunidade com sua saúde segundo diferentes variáveis

PAINEL DE IDENTIFICAÇÃO / ESPECIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM A SUA SAÚDE																						
FREQUENCIA	PREOCUPAÇÃO	CICLO VIDA / FAIXA ETÁRIA					ABRAGÊNCIA			NECESSIDADES ESPECIAIS		SEXO		OCUPAÇÃO		TEMPORALIDADE			TERRITÓRIO / COMUNIDADE		RELAÇÃO C/ EXPOSIÇÃO	
		Bebe	Criança	Adolescente	Adulto	Idoso	Individual	Familiar	Coletiva	Gestante	Deficiente	Feminino	Masculino	Urbana	Rural	Antes	Depois	Piora/Exarcebada	Longo Prazo	Corrego do Feijão	Xxxxxx	Tipo
10	coceiras na pele				X	X					X			X		X			X		lama	contato com a pele
8	alergias				X					X	X	X			X				X		poeira	aumento fluxo caminhão
2	câncer				X					X	X	X					X		X		poeira	respirar a poeira
1	outras doenças				X					X	X	X					X		X		poeira	respirar a poeira
9	consumo alimentos						X							X		X	X		X	X	alimentos	Consumo

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Duas variáveis merecerão especial atenção: o tempo (temporalidade) e o espaço (território / comunidade) pois estas variáveis determinarão o tipo de relação de um grupo de pessoas ou um indivíduo com a problemática de contaminação ambiental e do risco de exposição humana. (MS, 2010)

Quadro 12 - Variáveis de análise das preocupações da comunidade

Ciclo de vida	Preocupações segundo ciclo de vida.
Abrangência	Preocupações presentes a nível individual, familiar ou coletivo.
Necessidades especiais	Preocupações específicas de cada grupo populacional vulnerável
Sexo	Preocupações segundo o sexo
Ocupação	Preocupações segundo a ocupação
Temporalidade	Preocupações já presentes antes do evento, que foram observadas depois do evento, que já existia antes, porém se exacerbaram após o evento e também aquelas preocupações com relação a agravos de longo prazo.
Território/ comunidade	Preocupações segundo a região ou comunidade
Tipo de exposição	Preocupações segundo o tipo de exposição (poeira, água, solo, etc.)

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Os dados serão analisados segundo três dimensões: por área alvo, por município e o relatório final, parte integrante do Relatório da Fase I e deverão contemplar os seguintes itens descritos no Quadro 13.

Além dos relatórios técnicos o conteúdo analisado receberá tratamento para atender as diretrizes do MS, 2010 quanto:

Ao término de todo o estudo de avaliação de risco, a equipe de investigadores deve fazer uma reunião com a população, com o objetivo de transmitir todo o conteúdo dos estudos. Dados de análises ambientais e de saúde devem ser transmitidos de modo consolidado, para que não se crie um clima de conflito dentro da comunidade.

Aqueles que desejarem informações específicas sobre o local de sua moradia, a possível contaminação de seus alimentos e resultados de exames de saúde individual,

caso tenham sido realizados, podem e devem receber informações detalhadas e, preferencialmente, por escrito (MS, 2010).

Quadro 13 - Estrutura dos relatórios

ESTRUTURA DOS RELATÓRIOS

1. APRESENTAÇÃO

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

- Localização, bairros/comunidades integrantes, impactos decorrentes do rompimento da barragem, outros dados de relevância.

3. METODOLOGIA

- Com especial destaque para as características e especificidades do estudo na área em questão

4. RESULTADOS

- 4.1 Preocupações relacionadas à rotas de exposição válidas
- 4.2 Preocupações não relacionadas à rotas de exposição válidas

5. CONSIDERAÇÕES

6. RECOMENDAÇÕES

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Anexo 2. Modelo de lista de presença

Lista de presença – Reuniões Preparatória 1 e Nível 1

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA				
FASE 1 - IDENTIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE				
LISTA PRESENÇA DOS PARTICIPANTES				
Município / AA				
Local		Data		
PARTICIPANTES INDICADOS				
Nº	Nome	Representação	Contato	Assinatura
1				
2				
3				
4				
...				

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Lista de presença – Reunião Nível 1 e 2

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA							
FASE 1 - IDENTIFICAÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE							
LISTA PRESENÇA DOS PARTICIPANTES							
Município /AA							
Local		Data		Hora			
PARTICIPANTES INDICADOS							
Nº	Nome	Comunidade	Sexo	Idade	Ocupação	Contato	Assinatura
1							
2							
3							
4							
...							

Fonte: Elaborado pela consultoria.

Anexo 3. Medidas de Proteção Covid 19

Recomendações acerca da adoção de medidas preventivas contra a COVID-19 no âmbito das reuniões presenciais do Estudo de Avaliação de Risco conduzido pelo Grupo EPA

Recomendamos, com base na literatura e normativas atualizadas, a adoção de medidas preventivas com vistas à segurança sanitária no ambiente de reunião presencial. Algumas medidas específicas são sugeridas abaixo:	
Espaços das reuniões	As reuniões ocorram sempre em locais abertos. A nota técnica COES MINAS COVID-19 nº 20/2020 orienta que se deve manter o ambiente de trabalho com ventilação adequada, sempre que possível, deixando portas e janelas abertas. Se for indispensável o uso de ar condicionado, manter os sistemas de tratamento de ar condicionado e exaustão higienizados e em adequadas condições de uso, garantidas por manutenções preventivas e corretivas.
Distanciamento social	Recomendamos chegada prévia ao local onde será realizada a reunião para organização dos assentos observando a distância de dois metros entre os assentos de acordo com a Deliberação do Comitê Extraordinário COVID-19 nº 111 de 15 de dezembro de 2020, e que o Grupo EPA enfatize a importância do distanciamento no início e durante o curso das reuniões, caso se faça necessário, especialmente quando for notado que as pessoas estão se movendo de modo a reduzirem o distanciamento previamente arquitetado pela disposição dos assentos.
Utilização da máscara	Maior detalhamento das orientações de prevenção ao início das reuniões. Percebemos que ao início das reuniões é realizada uma menção às medidas de prevenção que estão sendo adotadas. Sugerimos que sejam detalhados os seguintes aspectos sobre o uso correto da máscara: (i) a máscara deve cobrir a boca e o nariz, a todo momento; (ii) evitar levar as mãos à máscara, tocando apenas o elástico quando o contato se fizer necessário.
	Além do lembrete de adesão ao uso de máscara no início da reunião, recomendamos que sejam feitos lembretes ao longo da reunião, especialmente em momentos estratégicos (p. ex., quando for notada a não adesão por parte de participantes).
Compartilhamento de objetos durante as reuniões	O ideal é que não se compartilhe objetos, mas quando o compartilhamento se fizer necessário, recomendamos que o Grupo EPA se certifique que os envolvidos no compartilhamento façam a higiene das mãos imediatamente após. Sendo importante fornecer espaço para lavagem adequada das mãos com água limpa e sabão, quando não houver pia deve-se fornecer álcool 70% em gel ou outro sanitizante adequado, instruindo e propiciando a adoção das medidas adequadas e periódicas de higiene (Nota Técnica COES MINAS COVID-19 nº 20/2020).
Presença de idosos nas reuniões	A restrição da participação de idosos com idade superior a 60 anos nas reuniões presenciais com a comunidade. Ao convidar os membros das comunidades, o Grupo EPA deve indicar que seja priorizada a participação de pessoas não pertencentes aos grupos de risco para a COVID19
Material informativo	I. Elaboração de material informativo no formato banner com as medidas preventivas a serem adotadas por todos os participantes, a ser disposto nos locais das reuniões para servir de apoio nos momentos de apresentação das medidas preventivas e também como consulta e lembrete para todos a todo momento. O banner também pode ser compartilhado no formato digital na ocasião em que membros das comunidades são convidados para as reuniões.
Informações sobre as medidas preventivas a serem adotadas nas reuniões	Apresentação clara no início das reuniões: fornecimento de máscaras para aqueles que chegam à reunião sem máscara; distanciamento social; uso correto da máscara durante todo o tempo; higienização frequente das mãos e disponibilização de álcool em gel. Durante a reunião, recomendamos que sejam feitos lembretes orais a respeito do cumprimento dessas medidas, especialmente em momentos estratégicos em que for percebido que elas não estão sendo devidamente cumpridas.
Assentos	Organização dos assentos das reuniões, observando o distanciamento preconizado (Deliberação do Comitê Extraordinário COVID-19 nº 111).

Fonte: Recomendações acerca da adoção de medidas preventivas contra a COVID-19 no âmbito das reuniões presenciais do Estudo de Avaliação de Risco conduzido pelo Grupo EPA. Governo do Estado de Minas Gerais Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais Superintendência de Vigilância Sanitária Diretoria de Vigilância em Alimentos e Vigilância Ambiental Coordenadoria de Vigilância em Saúde Ambiental. Fevereiro, 2020.

Anexo 4. Roteiro orientador para entrevistas com representantes da comunidade

ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA E ECOLÓGICA
LEVANTAMENTO DAS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM A SUA SAÚDE

REGISTRO DE PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM A SUA SAÚDE

Data: ____ / ____ / ____

Município: _____ Comunidade: _____

Nome do entrevistado (representante da comunidade): _____

Nome do aplicador deste questionário: _____

1) Critério para realização do registro (pode ser registrado mais do que uma opção):

- () Não quer participar da reunião com representantes da comunidade
- () Não existe acesso a internet na região
- () Não existe acesso a celular na região
- () Outra. Qual? _____

2) Quais as preocupações com a saúde que você observa na sua comunidade? É possível fazer relação entre a preocupação e a exposição? (Considerar todas as preocupações manifestadas pelo entrevistado. Para as preocupações relacionadas a exposição ao contaminante, registrar o tipo de exposição (água, poeira e etc)).

1 -
2 -
3 -
4 -
5 -

3) Caracterização das preocupações:

	TEMPORALIDADE				CICLO DE VIDA				ABRANGÊNCIA			GRUPO ESPECIAL		SEXO		OCUPAÇÃO Qual	
	Antes	Depois	Piora / Esse Longo Prazo		Bebê	Criança	Adolescentes	Adulto	Idoso	Individual	Familiar	Coletivo	Gestante	Pessoa com deficiência	Feminino		Masculino
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	

REFERÊNCIAS

- BORGES, C. D.; SANTOS, M. A. **Aplicações da técnica do grupo focal: fundamentos metodológicos, potencialidades e limites.** Revista da Sociedade de Psicoterapias Analíticas Grupais do Estado de São Paulo. Jan.-Jun. 2005, Vol. 6, N. 1, p. 74-80.
- BRUCHÊZ, A. et all. **Análise da utilização do estudo de caso qualitativo e triangulação na Brazilian Business.** Review Espacios. v. 37, n. 5, p. 24, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n05/16370524.html>.
- DESLANDES, S.F. et all. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- GATTI. B.A. **Introduzindo o Grupo Focal.** 2010. Disponível em: Disciplinas.usp.br/pluginfile.php/2165790/mod_resource/content/1/GATTI%2C%20Bernadete.%20Grupo%20focal%20na%20pesquisa%20em...%20Cap.%20I%20e%20II.pdf
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GRUPO EPA. **Plano de trabalho da área impactada – Fase I, Estudos de Avaliação de Risco.** Junho 2020.
- GRUPO EPA. **Projeto Estudos de Avaliação de Risco.** Junho 2020.
- GUI, R.T. **Grupo Focal em pesquisa qualitativa aplicada: intersubjetividade e construção de sentido.** Revista Psicologia Organizações e Trabalho. Florianópolis, jun. 2002. Disponível em: *versão On-line* ISSN 1984-6657.
- KIND, L. (2004). **Notas para o trabalho com a técnica de grupos focais.** Psicologia em Revista, 10(15), 124-136. Acesso em 02 de julho, 2014. Disponível em: http://www.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20041213115340.pdf.
- LEVORLINO, S.A. & PELICIONI, M.C.F. **A utilização do grupo focal como metodologia qualitativa na promoção da saúde.** EEUSP, SP, 2000. Disponível em: <http://www.ee.usp.br/reeusp/upload/html/575/body/v35n2a03.htm>
- MARCONDES, N. A. V., BRIZOLA, E. M. A. **Análise por Triangulação de Métodos: Um Referencial para Pesquisas Qualitativas.** Revista Univap. São José dos Campos. SP, v. 20, n. 35, p. 201-208, jul. 2014.
- MORAES, R. **Análise de conteúdo.** Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
- MS. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos.** Brasília, 2010.

NOGUEIRA-MARTINS, M.C.F; BOGUS, C.M. **Considerações sobre a metodologia qualitativa como recurso para o estudo das ações de humanização em saúde.** Saúde e Sociedade, v.13, n.3, p.44-57, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/sausoc/2004.v13n3/44-57/>.

OLIVIERA, A & LEITE, C.A.P. & RODRIGUES, C.M.C. **O Processo de Construção dos Grupos Focais na Pesquisa Qualitativa e suas Exigências Metodológica.** ANPAD, 2007. XXXI ENCONTRO ANPAD, Rio de Janeiro. Disponível em:< <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EPQ-A2615.pdf>>.

RESSEL, L.B. et al. **O uso do grupo focal em pesquisa Qualitativa.** Texto contexto - enferm. [online]. 2008, vol.17, n.4, pp.779-786. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072008000400021>>.

RESOLUÇÃO CNS nº 510/2016. **Termo de consentimento livre e esclarecido (TRLE).**

SILVA, A. H., FOSSÁ, M. I. T. **Análise de Conteúdo: Exemplo de aplicação da técnica para a análise de dados qualitativos.** Qualitas Revista Eletrônica. Vol.17. No 1, 2015. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/2113/1403>

TRAD, L. A. B. **Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde.** Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 19 [3]: 777-796, 2009.

TUZZO, S. A., BRAGA, C.F. **O Processo de Triangulação da Pesquisa Qualitativa: O Metafenômeno como Gênese.** Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo (SP), v. 4, n.5, p. 140-158, ago. 2016.

APÊNDICE 03

Termo Consentimento Livre Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Contextualização do projeto:

O rompimento da barragem B-I, da Mina do Córrego do Feijão da VALE, localizada em Brumadinho (MG) foi um evento que ocasionou vários problemas no meio ambiente e na saúde das pessoas. Esses problemas precisam ser acompanhados para que sejam realizadas ações de proteção a saúde humana e meio ambiente.

Dessa forma, é necessário entender o risco que a sua comunidade possa estar tendo ao utilizar o solo, a água, respirar o ar ou comer algum alimento que teve contato com algum produto que veio do rompimento da barragem. Também é importante identificar os possíveis problemas que os animais e toda a natureza possa ter como rompimento da barragem.

Para identificar esses possíveis problemas, será realizado um estudo chamado “Estudo de Avaliação de Risco”, que irá utilizar informações já coletadas e novas informações que serão obtidas em novos levantamentos. Como resultado, poderemos conhecer melhor os riscos relacionados ao rompimento da barragem para a sua comunidade. Esse estudo seguirá recomendações do Ministério da Saúde e órgãos internacionais reconhecidos na área. A empresa responsável por realizar este estudo se chama Grupo EPA (EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda), que está sendo acompanhada pelo Ministério Público.

Liberdade de decisão:

Convidamos o senhor(a) a responder um questionário para contribuir na identificação dos riscos da sua comunidade. O senhor(a) possui plena liberdade em decidir por participar ou não desse estudo, respondendo ou não o questionário.

Você não será remunerado por responder esse questionário, sendo que o tempo previsto de resposta é 30 minutos.

Também precisaremos tirar uma foto da fachada da sua casa / estabelecimento. Nenhum morador irá aparecer na foto, somente a sua casa / estabelecimento. Isso é importante para estudarmos a localização da sua casa em relação ao rio Paraopeba.

Manutenção do sigilo e da privacidade:

Garantimos em que nenhum momento o seu nome será revelado, sendo garantido o total sigilo da sua participação na pesquisa.

Danos decorrentes da participação na pesquisa:

O problema que você poderia ter em participar nesta pesquisa seria o constrangimento do seu nome ser exibido.

Para evitar isso, o seu nome será substituído por um código, de forma que seja garantida a não identificação da sua participação na pesquisa.

Além disso, caso você se sinta constrangido em algum momento da pesquisa, você poderá entrar em contato com o Grupo EPA que irá retirar as informações fornecidas por você da pesquisa.

Acompanhamento e acesso aos resultados da pesquisa:

Esse estudo é dividido em cinco fases. Ao final de cada fase, serão realizadas reuniões com sua comunidade, para que vocês recebam informações sobre o andamento do estudo.

Também iremos fornecer relatórios para que vocês tenham acesso às informações coletadas ao longo do tempo.

Contato dos responsáveis pelos Estudos de Avaliação de Risco:

- ✓ EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. – Telefone: (11) 3673-0555
- ✓ Gerente do Projeto: Geol^a Marcela Corsini – Telefone: (11) 98639-7344 – E-mail: marcela_corsini@grupoepa.com.br

Acesso ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido:

Sempre que precisar, você poderá ter acesso a uma outra via deste termo. Basta pedir para a equipe de pesquisadores do Grupo EPA.

Declaração de consentimento:

Eu, _____, portador do CPF _____, residente da comunidade (ou bairro) _____, localizado no município de _____, declaro que respondi, voluntariamente, ao questionário aplicado pela empresa EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. (CNPJ 48.045.090/0001-63), na data de _____, para subsidiar os Estudos de Avaliação de Risco a serem desenvolvidos na bacia hidrográfica do rio Paraopeba. Declaro também que autorizo o uso das informações respondidas no questionário nos Estudos de Avaliação de Risco, bem como autorizo o registro fotográfico da fachada da minha propriedade ou estabelecimento, a fim de contribuir com o georreferenciamento da área nos estudos.

Declaro, para todos os fins, que as informações por mim prestadas em resposta ao questionário são integralmente verdadeiras.

Por fim, declaro que fui informado(a) pela EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. de que as informações presentes nos questionários aplicados não serão divulgadas fora do âmbito dos Estudos de Avaliação de Risco, garantindo o sigilo da identidade dos entrevistados e, ainda, que após o término dos Estudos de Avaliação de Risco, as informações pessoais dos entrevistados, obtidas em campo através da aplicação dos questionários, seguirão restritas e sigilosas.

Local e data: _____, _____ de _____ de _____.

A assinatura do presente instrumento representa minha concordância com todo o exposto neste documento, sem qualquer ressalva nem restrição.

Assinatura/Nome completo

Ciência do colaborador da EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. no momento da aplicação do questionário:

Nome:

CPF:

Testemunhas:

Nome:

CPF:

Nome:

CPF:

APÊNDICE 04

Questionário de Levantamento de Preocupações e Parâmetros Expositivos

QUESTIONÁRIO RESIDENCIAL

Localização:

Município/Localidade: _____

Comunidade: _____

Ponto de Referência: _____

Coordenada Norte (Y): _____

Coordenada Leste (X): _____

Permissão para fotografar a área/fachada da residência:

Autorizado Não autorizado Outro (Qual? _____)

Nome do aplicador do questionário: _____

Data de aplicação do questionário: _____

Informações do entrevistado e demais moradores da propriedade:

1) Qual o seu nome (entrevistado)? _____

2) Qual o nome do dono ou responsável da propriedade? _____

3) Qual a quantidade de moradores na propriedade?

1 morador 2 moradores 3 moradores 4 moradores

5 moradores 6 moradores Mais de 6 moradores (Quantos? _____)

4) Quantos dos moradores são? Homens Mulheres

5) Há mulheres gestantes na propriedade? Sim Não

6) Há mulheres em período de amamentação na propriedade? Sim Não

7) Há quanto tempo a família reside aqui (local da entrevista)? _____

8) Qual a situação da família aqui (local da entrevista)?

Residente fixa (moradora permanente, durante os 7 dias da semana)

Residente apenas aos finais de semana

Residente esporádica (por exemplo, somente está na residência em feriados ou férias)

Outro (Qual? _____)

Não respondeu

Não soube informar

9) Qual a classe de rendimento dos moradores da propriedade? (Valor atual do salário mínimo (SM): R\$ 1.100,00)

Obs.: Incluir o rendimento somado de todos os membros da família e das pessoas que moram na propriedade.

- Menos de ½ salário mínimo
- Entre ½ e 1 salário mínimo
- Mais de 1 e até salários mínimos
- Mais de 2 e até 3 salários mínimos
- Mais de 3 e até 4 salários mínimos
- Mais de 4 salários mínimos
- Não respondeu
- Não soube informar

10) O(a) sr(a) pode fornecer as informações abaixo sobre si e os outros moradores da propriedade (local da entrevista)?

	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Nome completo						
Grau parentesco com o entrevistado	-----					
Sexo (M ou F)						
Idade *						
Peso (kg) *						
Altura (m) *						
Fuma? **						
Consome bebidas alcoólicas? **						

* Quando o entrevistado não souber responder, tentar estimar a idade, peso e altura.

** Nas questões sobre o hábito de fumar ou consumir bebidas alcoólicas, responder apenas "Sim" ou "Não" para cada pessoa da propriedade.

Considerar as seguintes possibilidades para preenchimento na tabela: NR: Não respondeu; NS: Não soube informar.

11) Qual a raça/etnia que o(a) sr(a) e os outros residentes da propriedade se consideram pertencentes? **(Marcar com um “X”, havendo a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Raça/etnia	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Branco						
Preto						
Pardo						
Indígena						
Amarela						
Não respondeu						
Não soube informar						

12) Qual o nível de escolaridade que o(a) sr(a) e os outros residentes da propriedade possuem? **(Marcar com um “X” a opção selecionada, com exceção de a resposta ser “Outro”, onde há necessidade de informar sobre o que se refere. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Nível de escolaridade	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Não alfabetizado						
Ensino Pré Escolar ou equivalente						
Ensino Fundamental incompleto ou equivalente						
Ensino Fundamental completo ou equivalente						
Ensino Médio incompleto ou equivalente						
Ensino Médio completo ou equivalente						
Ensino Superior incompleto ou equivalente						
Ensino Superior completo ou equivalente						

Outro (Qual?)						
Não respondeu						
Não soube informar						

Equivalência considerada:

- Ensino Pré Escolar: Educação Infantil, Jardim de Infância, Creche.
- Ensino Fundamental: Primário e Ginásio, 1º Grau.
- Ensino Médio: Colegial, 2º Grau.
- Ensino Superior: Ensino Universitário, 3º Grau.

No caso da opção "Não alfabetizado", considera-se o caso da pessoa que nunca frequentou uma escola ou que não tenha nenhum conhecimento de leitura.

13) Qual profissão que o(a) sr(a) e os outros residentes da propriedade possuem? **(Marcar com um "X" a opção selecionada, com exceção de a resposta ser "Outro", onde há necessidade de informar sobre o que se refere. Se a resposta for "Trabalhador rural em outra localidade", é necessário indicar a localidade.)**

Profissão	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Trabalhador rural na própria propriedade						
Trabalhador rural na propriedade de outras pessoas da comunidade						
Trabalhador rural em outra localidade (Qual localidade?)						
Pescador						
Comerciante						
Do lar						
Aposentado						
Estudante						
Desempregado						
Outro (Qual?)						
Não respondeu						

Não soube informar						
--------------------	--	--	--	--	--	--

Vulnerabilidades socioeconômicas

14) Possui Cadastro Único da Assistência Social – CadÚnico?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

15) A família é ou já foi atendida em Unidades da Assistência Social (CRAS / CREAS / Centro POP / Unidades de Acolhimento)?

Sim (Qual? _____)

Não Não soube informar Não respondeu

16) A família recebe algum tipo de benefício socioassistencial continuado, está inserida em programa de transferência de renda? **(Benefícios socioassistenciais são auxílios financeiros fornecidos pelo governo federal. Os de maior cobertura são: Benefício de Prestação Continuada (BPC) para idosos e pessoas com deficiência e o Programa Bolsa Família, de transferência de renda).**

Sim (Qual? _____)

Não Não soube informar Não respondeu

17) Recebe ou recebeu, algum tipo de benefício socioassistencial e/ou auxílio emergência por situação de desastre ou calamidade pública, citados abaixo? **(Há a possibilidade de mais de uma indicação)**

Programa Bolsa Família

Benefício de Prestação Continuada – BPC

Auxílio Emergencial COVID -19 – Governo Federal

Auxílio Emergencial da Vale aos Atingidos

Não recebeu / recebe

Outro (Qual? _____)

Não soube informar

Não respondeu

Informações sobre a propriedade (local da entrevista):

18) O que é feito com o lixo produzido aqui (local da entrevista)?

Separa para coleta do caminhão de lixo do município Separa para coleta seletiva

Joga em terrenos baldios Outros (O quê? _____)

Queima o lixo e o enterra Não soube informar Não respondeu

19) Como é feito o tratamento de esgoto sanitário daqui (local da entrevista)?

- Fossa Séptica Coleta por concessionária
 Não possui Outros (Como? _____)
 Não soube informar Não respondeu

20) Esta residência foi atingida pelo rejeito quando a barragem se rompeu (local da entrevista)?

- Sim Não Não soube informar Não respondeu

21) Esta residência foi atingida pela água ou rejeito nos períodos de cheia (inundação / transbordamento) do rio Paraopeba (local da entrevista)?

- Sim Não Não soube informar Não respondeu

Características da construção da propriedade (local da entrevista):

22) Tipo de construção:

- Térrea Sobrado
 3 ou mais pavimentos Outro (Qual? _____)

23) Tipo de material da construção:

- Alvenaria, com acabamento (pintura) Alvenaria, sem acabamento (sem pintura)
 Madeira Barro
 Outro (Qual? _____)

24) Piso interno da casa:

- Concreto Cerâmica/Laminado Terra batida
 Outro (Qual? _____)

25) Piso externo da casa (jardim ou quintal):

- Concreto Gramado Terra batida
 Outro (Qual? _____)

26) Presença de rachaduras nas paredes da casa:

- Sim Não Outro (Observação: _____)

Em caso positivo, essas rachaduras surgiram após o rompimento da barragem?

- Sim Não

27) Presença de janelas na casa:

[] Sim [] Não [] Outro (Observação: _____)

28) Presença de quintal na casa:

[] Sim [] Não [] Outro (Observação: _____)

Em caso positivo, há horta no quintal?

[] Sim [] Não [] Outro (Observação: _____)

Características exposicionais:

Antes do rompimento da barragem:

29) **Antes** do rompimento da barragem, o(a) sr(a) e os outros residentes da propriedade utilizavam o corpo d'água (rio, lagoa, etc.) para quais dessas atividades? (**Marcar com um "X", com exceção de a resposta ser "Outro", onde há necessidade de informar sobre o que se refere. Há a possibilidade de mais de uma indicação por pessoa. (Caso as respostas "Pesca (econômica)" ou "Pesca (lazer)" não tenham sido indicadas para nenhum morador da propriedade, pular para questão 32)**)

Nome do corpo d'água: _____

Atividade	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Pesca (econômica)						
Pesca (lazer)						
Uso de barco ou outras embarcações (transporte)						
Uso de barco ou outras embarcações (lazer)						
Retirada de areia						
Nado ou outras atividades esportivas						
Atividades domésticas						
Uso religioso						
Não utilizava o corpo d'água (rio) para nenhuma atividade						

35) De onde vinham os alimentos de origem vegetal (hortaliças, frutas, grãos, tubérculos) consumidos pelo(a) sr(a) **antes** do rompimento da barragem?

- Própria propriedade
- Propriedades vizinhas
- Mercado ou quitanda da comunidade ou bairro
- Outra localidade (Qual? (município, bairro, etc.) _____)
- Não soube informar

36) **Antes** do rompimento da barragem havia criação animal aqui (local de entrevista)? **(Caso a resposta seja negativa, pular para questão 39)**

- Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo quais eram os animais criados na propriedade?

37) Quais eram os produtos animais produzidos aqui **antes** do rompimento da barragem (caso aplicável)?

- Leite e derivados Ovo
- Carne Outro (Qual? _____)
- Não soube informar Não respondeu

38) **Antes** do rompimento da barragem, os produtos animais produzidos aqui eram para qual finalidade (caso aplicável)?

- Consumo familiar Venda em cooperativas/mercados
- Venda para vizinhos/conhecidos Outro (Qual? _____)
- Não soube informar Não respondeu

Após o rompimento da barragem:

39) **Após** o rompimento da barragem qual a frequência de contato direto com o rejeito do rompimento da barragem? (Contato do rejeito com a pele, por exemplo). **(Marcar com um "X", havendo a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Frequência	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Diário						

Algumas vezes na semana						
Raramente						
Não tem						
Não respondeu						
Não soube informar						

40) Se o(a) sr(a) teve contato com o rejeito do rompimento da barragem, este contato ocorreu no local onde a entrevista está sendo realizada?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso negativo, onde ocorreu?

41) **Após** o rompimento da barragem, o(a) sr(a) e os outros residentes da propriedade utilizavam o corpo d'água (rio, lagoa, etc.) para quais dessas atividades? (**Marcar com um "X", com exceção de a resposta ser "Outro", onde há necessidade de informar sobre o que se refere. Há a possibilidade de mais de uma indicação por pessoa). (Caso as respostas "Pesca (econômica)" ou "Pesca (lazer)" não tenham sido indicadas para nenhum morador da propriedade, pular para questão 46)**)

Nome do corpo d'água: _____

Atividade	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Pesca (econômica)						
Pesca (lazer)						
Uso de barco ou outras embarcações (transporte)						
Uso de barco ou outras embarcações (lazer)						
Retirada de areia						

Em caso positivo, para quem?

- Vizinhos Cooperativas
 Mercados Outros (Quais? _____)
 Não soube informar Não respondeu

46) O(a) sr(a) cria peixe ou outro animal aquático (aquicultura) em algum rio, córrego ou lago próximo a sua residência ou na própria residência (local da entrevista)? **(Caso a resposta seja negativa, pular para questão 48)**

- Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo, onde? _____

47) Quais as espécies de peixe ou outro animal aquático (aquicultura) criados ou pescados após o rompimento da barragem?

48) Qual a sua frequência de consumo de **peixe** e dos outros residentes da sua propriedade, após o rompimento da barragem? **(Marcar com um "X" a opção selecionada, com exceção de a resposta ser "Mais que 3 vezes por semana" ou "Outro", onde há necessidade de informar sobre qual a frequência do consumo. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Frequência de consumo de peixe	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Não consome peixe						
Diariamente						
1 vez por semana						
1 vez por semana						
2 vezes por semana						
Mais que 3 vezes por semana (Qual frequência?)						
Outro (Qual frequência? (por exemplo, 1 vez a cada 15 dias, 1 vez por mês, etc.)						
Não respondeu						
Não soube informar						

49) Após o rompimento da barragem há o cultivo de vegetais (legumes e frutas) aqui (local da entrevista)? **(Caso a resposta seja negativa, pular para questão 53)**

- Sim, mas em quantidade menor ao que ocorria antes do rompimento
 Sim, da mesma forma que ocorria antes do rompimento

Para as questões **53 a 56**, utilizar as informações abaixo para compreensão do entrevistado:

- 1 folha de alface possui 8 g, em média. Portanto, para ingerir entre 50 e 100 g, é necessário consumir no mínimo 7 folhas.
- 1 cenoura média crua possui 120 g, em média.
- 1 beterraba média crua possui 140 g, em média.
- 1 concha de feijão cozido possui 86 g, em média.
- 1 banana média possui 86 g, em média.
- 1 manga média possui 110 g, em média.

ATENÇÃO: As questões 53 a 56 só devem ser respondidas se na questão 52 a resposta dada foi na “Própria propriedade” ou “Propriedades vizinhas”.

53) Qual o seu consumo diário médio de **hortaliças** (foliáceas, por exemplo, couve, alface, repolho, etc.) e dos outros residentes da sua propriedade? (Marcar com um “X” a opção selecionada, com exceção de a resposta ser “Mais de 200 g”, onde há necessidade de informar sobre o quanto se consome. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)

Consumo de hortaliças	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Não consome hortaliças						
Menos de 50 g						
De 50 g a 100 g						
De 100 g a 150 g						
De 150 g a 200 g						
Mais de 200 g (Quanto?)						
Não soube informar						
Não respondeu						

54) Qual o seu consumo diário médio de **vegetais** (legumes, tubérculos) e dos outros residentes da sua propriedade? (Marcar com um “X” a opção selecionada, com exceção de a resposta ser “Mais de 200 g”, onde há necessidade de informar sobre o quanto se consome. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)

Consumo de	Entrevistado	Residente	Residente	Residente	Residente	Residente
------------	--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

vegetais		1	2	3	4	5
Não consome vegetais						
Menos de 50 g						
De 50 g a 100 g						
De 100 g a 150 g						
De 150 g a 200 g						
Mais de 200 g (Quanto?)						
Não soube informar						
Não respondeu						

55) Qual o seu consumo diário médio de **grãos** (feijão, soja, quinoa, etc.) e dos outros residentes da sua propriedade? **(Marcar com um “X” a opção selecionada, com exceção de a resposta ser “Mais de 200 g”, onde há necessidade de informar sobre o quanto se consome. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Consumo de grãos	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Não consome grãos						
Menos de 50 g						
De 50 g a 100 g						
De 100 g a 150 g						
De 150 g a 200 g						
Mais de 200 g (Quanto?)						
Não soube informar						
Não respondeu						

56) Qual o seu consumo diário médio de **frutas** e dos outros residentes da sua propriedade? **(Marcar com um “X” a opção selecionada, com exceção de a resposta ser “Mais de 200 g”, onde há necessidade de informar sobre o quanto se consome. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Consumo de frutas	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Não consome frutas						

Menos de 50 g						
De 50 g a 100 g						
De 100 g a 150 g						
De 150 g a 200 g						
Mais de 200 g (Quanto?)						
Não soube informar						
Não respondeu						

57) **Após** o rompimento da barragem há criação animal aqui (local da entrevista)? **(Caso a resposta seja negativa, pular para questão 63)**

- Sim, mas em quantidade menor ao que ocorria antes do rompimento
- Sim, da mesma forma que ocorria antes do rompimento
- Sim, mas em quantidade maior ao que ocorria antes do rompimento
- Não
- Não soube informar
- Não respondeu

58) Em caso positivo da resposta anterior, quais são os animais criados aqui (local da entrevista)?

- Bovinos Galináceos
- Caprinos Equinos
- Suínos Outros (Quais? _____)
- Não soube informar Não respondeu

59) Quais são os produtos animais produzidos aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem (caso aplicável)?

- Leite e derivados Ovo
- Carne Outro (Qual? _____)
- Não soube informar Não respondeu

60) Os produtos animais produzidos aqui (local da entrevista) **após** o rompimento da barragem são para qual finalidade (caso aplicável)?

- Consumo familiar Venda em cooperativas/mercados
- Venda para vizinhos/conhecidos Outro (Qual? _____)
- Não soube informar Não respondeu

61) Qual a fonte da água utilizada aqui para dessedentação animal (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem (caso aplicável)?

- Corpo d'água (rio Paraopeba) Nascente
 Corpo d'água (afluente do rio Paraopeba) Caminhão-Pipa
 Concessionária de abastecimento Outro (Qual? _____)
 Poço na propriedade Não soube informar Não respondeu

62) De onde vem os alimentos de origem animal (ovo, leite, queijo, manteiga) consumidos pelo(a) sr(a) (entrevistado), **após** o rompimento da barragem? **(Caso a resposta dada seja "Mercado ou quitanda da comunidade ou bairro", "Outra localidade", "Não soube informar" ou "Não respondeu", pular para questão 65)**

- Própria propriedade
 Propriedades vizinhas
 Mercado ou quitanda da comunidade ou bairro
 Outra localidade (Qual? (município, bairro, etc) _____)
 Não soube informar Não respondeu

ATENÇÃO: As questões 63 e 64 só devem ser respondidas se na questão 62 a resposta dada foi na "Própria propriedade" ou "Propriedades vizinhas".

63) Qual o seu consumo diário médio de **leite** e dos outros residentes da sua propriedade? **(Marcar com um "X" a opção selecionada, com exceção de a resposta ser "Mais que 1L", onde há necessidade de informar sobre o quanto se consome. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Consumo de leite	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Não consome leite						
Menos que 0,25L (1 copo)						
Entre 0,25L e 0,5L (entre 1 e 2 copos)						
Entre 0,5L e 1L (entre 2 e 4 copos)						
Mais que 1L (Quanto?)						
Não soube informar						
Não respondeu						

64) Qual o seu consumo diário médio de **ovos** e dos outros residentes da sua propriedade? **(Marcar com um "X" a opção selecionada, com exceção de a resposta ser "Mais que 3 unidades", onde há necessidade de informar sobre o quanto se consome. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Consumo de ovo	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Não consome ovo						
1 unidade						
2 unidades						
3 unidades						
Mais que 3 unidades (Quantos?)						
Não soube informar						
Não respondeu						

65) Há o consumo de espécies animais da **fauna nativa** (javali, rã, coelho, etc.)?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo, quais? _____

Poeira:

66) O(a) sr(a) verificou aumento da poeira aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo, consegue descrever as características desta poeira (cor, se é “pegajosa/oleosa” ou não, etc)?

67) **Após** o rompimento da barragem, o(a) sr(a) acha que a poeira do ambiente aumentou?

Aumentou muito, se comparado a antes do rompimento
 Aumentou pouco, se comparado a antes do rompimento
 Permanece igual, se comparado a antes do rompimento
 Diminuiu, se comparado a antes do rompimento
 Não soube informar Não respondeu

Abastecimento de água:

Antes do rompimento da barragem:

68) Como era feito o abastecimento de água aqui (local da entrevista), **antes** do rompimento da barragem?

Poço cacimba (Há quantos poços na propriedade e qual a profundidade dos mesmos?
_____)

Nascente

Concessionária de abastecimento de água

Compra / recebe galão de água mineral? Sim Não. (Se sim, Quantos? _____)

Outro (Qual? _____)

Não soube informar

Não respondeu

69) Como era feito o armazenamento da água consumida aqui (local da entrevista), **antes** do rompimento da barragem?

Caixa d'água

Potes de barro

Cisterna

Outro (Quais? _____)

Tonéis (Metal, Plástico)

Não soube informar

Não respondeu

70) Qual era o consumo (ingestão) diário médio de água na residência (local da entrevista), **antes** do rompimento da barragem?

Menos que 5L

Entre 5L e 15L

Entre 15L e 20L

Entre 20L e 30L

Não respondeu

Mais que 30L (Quanto? _____)

Não soube informar

71) Qual era o consumo (para cozinhar) diário médio de água na residência (local da entrevista), **antes** do rompimento da barragem?

Menos que 5L

Entre 5L e 15L

Entre 15L e 20L

Entre 20L e 30L

Não respondeu

Mais que 30L (Quanto? _____)

Não soube informar

72) A residência era abastecida com a água do rio Paraopeba para os banhos, **antes** do rompimento da barragem?

Sim

Não

Não soube informar

Não respondeu

Após do rompimento da barragem:

73) Como é feito o abastecimento de água aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

Poço cacimba (Há quantos poços na propriedade e qual a profundidade dos mesmos?
_____)

Nascente

- Concessionária de abastecimento de água
- Compra / recebe galão de água mineral? Sim Não (Se sim, Quantos? _____)
- Outro (Qual? _____)
- Não soube informar
- Não respondeu

74) Como é feito o armazenamento da água consumida aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

- Caixa d'água Potes de barro
- Cisterna Outro (Quais? _____)
- Tonéis (Metal, Plástico) Não soube informar Não respondeu

75) Qual o seu consumo (ingestão) diário médio de água (entrevistado) e dos outros residentes da sua propriedade? **(Marcar com um "X" a opção selecionada, com exceção de a resposta ser "Mais que 2L", onde há necessidade de informar sobre o quanto se consome. No caso de seleção de uma das opções já listadas, há a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)**

Consumo de água	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Menos que 0,5L (2 copos)						
Entre 0,5L e 1L (entre 2 e 4 copos)						
Entre 1L e 1,5L (entre 4 e 6 copos)						
Entre 1,5L e 2L (entre 5 e 8 copos)						
Mais que 2L (mais de 8 copos) (Quanto?)						
Não soube informar						
Não respondeu						

76) Qual o consumo (ingestão) diário médio de água na residência (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

- Menos que 5L Entre 5L e 15L
- Entre 15L e 20L Entre 20L e 30L Não respondeu
- Mais que 30L (Quanto? _____) Não soube informar

77) Qual o consumo (para cozinhar) diário médio de água na residência (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

- Menos que 5L Entre 5L e 15L
- Entre 15L e 20L Entre 20L e 30L Não respondeu

83) O(a) sr(a) observou alguma alteração no meio ambiente, nesta comunidade, **após** o rompimento da barragem?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

84) Se observou alteração no meio ambiente, onde observou este(s) tipo(s) de alteração(ões)?

Solo Água Ar
 Plantações Animais Outro (Qual?_____)

85) A ruptura da barragem alterou algo em sua vida?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

86) Se a resposta anterior foi positiva, pode falar como foi afetado pelo rompimento da barragem?

87) **Após** o rompimento, o sr(a) avalia que as atividades de lazer foram prejudicadas para o sr(a) e a sua família?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

88) Se a resposta anterior foi positiva, indique quais atividades de lazer foram prejudicadas:

Pesca no rio Não soube informar
 Nado / banho de rio Não respondeu
 Caminhadas
 Prática de esportes
 Passeios em parques, praças
 Outros (Qual?_____)

Preocupações com a saúde:

Antes do rompimento da barragem:

89) O(a) sr(a) ou outros residentes da propriedade apresentavam algum problema de saúde (doença) **antes** do rompimento da barragem?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo, quais eram os problemas de saúde e em quais membros da família que reside na propriedade? E como estes problemas de saúde evoluíram **após** o rompimento da barragem?

Problemas de saúde	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Problema de saúde 1						
Evolução do problema 1						
Problema de saúde 2						
Evolução do problema 2						
Problema de saúde 3						
Evolução do problema 3						

Referente a **evolução do problema** de saúde após o rompimento, considerar a seguinte numeração para preenchimento do quadro acima:

1 - Não piorou após o rompimento; 2 - Piorou um pouco após o rompimento; 3 – Piorou muito após o rompimento; 4 – Melhorou após o rompimento

Após o rompimento da barragem:

90) **Após** o rompimento da barragem, as preocupações com a saúde sua e de sua família:

Aumentaram Reduziram Continuaram a mesma

Não soube informar Não respondeu

91) **Após** o rompimento da barragem, quais são as suas preocupações com a saúde e dos outros residentes da sua propriedade?

92) Comparado a antes do rompimento, como o(a) sr(a) classifica a sua saúde e dos outros residentes da sua propriedade, em geral, **agora?** (Marcar com um "X" a opção selecionada, havendo a possibilidade de apenas uma indicação por pessoa)

Saúde atual	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Muito melhor agora do que antes do rompimento						
Um pouco melhor agora do que antes do rompimento						
Igual estava antes do rompimento						
Um pouco pior agora do que antes do rompimento						
Muito pior agora do que antes do rompimento						
Não soube informar						
Não respondeu						

93) O(a) sr(a) ou outros residentes da propriedade apresentaram algum problema de saúde **após** o rompimento da barragem?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo, quais problemas de saúde e em quais membros da família que reside na propriedade? **(Especificar o problema principal e os secundários)**

	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Problema principal de saúde						
Quanto tempo após o rompimento?						
Relaciona o problema de saúde com o rompimento?						
Relaciona com o quê (exposição)?						
Outro problema de saúde						
Quanto tempo após o rompimento?						
Relaciona o problema de saúde com o rompimento?						
Relaciona com o quê (exposição)?						
Outro problema de saúde						
Quanto tempo após o rompimento?						

Relaciona o problema de saúde com o rompimento?						
Relaciona com o quê (exposição)?						

Quanto tempo depois do rompimento o problema se manifestou?

1 - No mês seguinte ao rompimento (fevereiro de 2019)

2 - De dois a seis meses após o rompimento (março de 2019 a agosto de 2019)

3 - Após 6 meses do rompimento (de setembro de 2019 em diante)

9 - Não soube informar

10 - Não respondeu

Relaciona o problema de saúde com o rompimento?

S. Sim

N. Não

9 - Não soube informar

10 - Não respondeu

Se sim, relaciona o problema de saúde com o quê?

1 - Água do rio Paraopeba

2 - Água da represa

3 - Água da lagoa ou afluentes do rio Paraopeba

4 - Água do poço (cacimba ou artesiano)

5 - Rejeito

6 - Solo

7 - Poeira

8 - Outro. Qual?

9 - Não soube informar

10 - Não respondeu

94) Desde o rompimento da barragem, o(a) sr(a) ou os outros residentes da propriedade tem ou tiveram: **(Ler cada um dos itens e marcar com um “X”, com exceção de a resposta ser “Outro”, onde há necessidade de informar sobre o que se refere. Há a possibilidade de mais de uma indicação por pessoa). (O entrevistador deve pular aqueles problemas de saúde que porventura já foram mencionados espontaneamente na questão 93)**

	Entrevistado	Residente 1	Residente 2	Residente 3	Residente 4	Residente 5
Anemia (palidez)						
Emagrecimento						
Fraqueza ou fadiga						
Dor muscular						
Outro (O quê?)						

95) Desde o rompimento, alguém de sua propriedade esteve acamado ou apresentou alguma incapacidade de realizar tarefas do dia a dia devido aos problemas de saúde referidos na questão anterior?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Especificar qual (quais) o(s) problema(s) de saúde:

96) Quando o(a) sr(a) ou os outros residentes da propriedade estão doentes, onde buscam assistência à saúde? **(Há a possibilidade de mais de uma indicação)**

Normalmente não busca assistência à saúde Serviço público

Serviço particular / convênio Outro. (Qual? _____)

Não soube informar Não respondeu

97) O(a) sr(a) acredita que após que o rompimento da barragem as pessoas tiveram piora de quadros de sofrimento mental (por exemplo, ansiedade e depressão)?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Informações adicionais:

98) Existe mais alguma informação que o(a) sr(a) julga importante registrar nesta entrevista?

QUESTIONÁRIO PARA ESTABELECIMENTOS (PARA LOCAIS NÃO RESIDENCIAIS)

OBS: Deve ficar claro que as respostas devem ser respondidas para o estabelecimento onde a entrevista será realizada (o qual será georreferenciado) e não o local de residência do entrevistado.

Localização:

Município/Localidade: _____

Comunidade: _____

Ponto de referência: _____

Tipo de estabelecimento: Igreja Escola Comércio
 Outro (Qual? _____)

Nome do estabelecimento (por exemplo, Escola Estadual João da Silva, Igreja São José, etc):

Coordenada Norte (Y): _____

Coordenada Leste (X): _____

Permissão para fotografar a área/fachada do estabelecimento:

Autorizado Não autorizado Outro (Qual? _____)

Nome do aplicador do questionário: _____

Data de aplicação do questionário: _____

Informações do entrevistado:

1) Qual o seu nome (entrevistado)? _____

2) Qual o nome do dono ou responsável do estabelecimento? _____

3) Qual o seu sexo (entrevistado)? Feminino Masculino

4) Qual a sua idade (entrevistado)? _____

5) Qual o seu peso (entrevistado)? _____

6) Qual a sua altura (entrevistado)? _____

7) Qual o seu cargo ou função neste local? _____

8) Em qual bairro/comunidade e município o(a) sr(a) reside?

Informações sobre o estabelecimento:

9) Qual o tipo de estabelecimento em que a entrevista está sendo aplicada? (OBS: Os entrevistadores caracterizarão o local de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE).

10) Qual é o número médio (ou total) de pessoas por dia que frequentam este local (exemplo: estudantes, trabalhadores, clientes, pacientes e hóspedes)?

- Menos que 5 pessoas Entre 20 e 30 pessoas
 De 5 a 10 pessoas Mais que 30 pessoas (Quantas? _____)
 De 10 a 20 pessoas Não soube informar Não respondeu

11) Por quanto tempo as pessoas permanecem aqui (local da entrevista)?

- Menos que 1h por dia Entre 6h e 8h por dia Outro (Qual? _____)
 Entre 1h e 3h por dia Entre 8h e 12h por dia Não soube informar
 Entre 3h e 6h por dia Mais que 12h por dia Não respondeu

12) Quantas vezes por semana as pessoas costumam vir até aqui (local da entrevista)?

- Diariamente Entre 3 e 5 vezes por semana Mensalmente
 1 vez por semana Entre 5 e 7 vezes por semana Outro (Qual? _____)
 Entre 1 e 3 vezes por semana Quinzenalmente
 Não soube informar Não respondeu

13) Há mulheres gestantes que trabalham ou frequentam aqui (local da entrevista)?

- Sim Não Não soube informar Não respondeu

14) O que é feito com o lixo produzido aqui (local da entrevista)?

- Separa para coleta do caminhão de lixo do município Separa para coleta seletiva
 Joga em terrenos baldios Outros (O quê? _____)
 Queima o lixo e o enterra Não soube informar Não respondeu

15) Como é feito o tratamento de esgoto sanitário daqui (local da entrevista)?

- Fossa séptica Coleta por concessionária
 Não possui Outros (como?) _____
 Não soube informar Não respondeu

16) Há o preparo de refeições aqui (local da entrevista)? **(Caso a resposta seja negativa, pular para questão 18)**

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Se a resposta foi positiva, quantas refeições são preparadas aqui diariamente?

Menos que 10 refeições (Quantas? _____)

Entre 10 e 20 refeições

Entre 20 e 30 refeições

Mais que 30 refeições (Quantas? _____)

17) O(a) sr(a) sabe de onde vem o alimento que as pessoas comem aqui (local da entrevista)?

Horta ou criação de animais no próprio local da entrevista

Horta ou criação de animais em propriedade vizinha

Horta ou criação de animais no local de residência do entrevistado

Horta ou criação de animais em outra região rural (Qual? _____)

Mercadinho da comunidade

Mercado na cidade (zona urbana)

Outro (Qual? _____)

Não soube informar Não respondeu

18) Este local foi atingido pelo rejeito quando a barragem se rompeu (local da entrevista)?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

19) Este local foi atingido pela água ou rejeito nos períodos de cheia (inundação / transbordamento) do rio Paraopeba (local da entrevista)?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

20) Alguma atividade realizada aqui (local da entrevista) sofreu alteração após o rompimento da barragem?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Se sim, explique como.

Características da construção (local da entrevista):

21) O ambiente do estabelecimento é:

Concessionária de abastecimento Outro (Qual? _____)

Poço na propriedade Não soube informar Não respondeu

34) **Antes** do rompimento da barragem havia criação animal aqui (local de entrevista)? **(Caso a resposta seja negativa, pular para questão 37)**

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo quais eram os animais criados no local?

35) Quais eram os produtos animais produzidos aqui **antes** do rompimento da barragem (caso aplicável)?

Leite e derivados Ovo

Carne Outro (Qual? _____)

Não soube informar Não respondeu

36) **Antes** do rompimento da barragem, os produtos animais produzidos aqui eram para qual finalidade (caso aplicável)?

Consumo local Venda em cooperativas/mercados

Venda para vizinhos/conhecidos Outro (Qual? _____)

Não soube informar Não respondeu

Após o rompimento da barragem:

37) **Após** o rompimento da barragem, qual a frequência que as pessoas que estão neste local tem em relação ao contato com o rejeito do rompimento da barragem? (Ingestão, contato com a pele, etc).

Diariamente Algumas vezes na semana Raramente Não tem

Não soube informar Não respondeu

38) **Após** o rompimento da barragem, este local utiliza o corpo d'água (rio, lagoa, etc.) para quais dessas atividades? **(Esta questão é aplicável apenas se o estabelecimento entrevistado possui alguma relação com atividade em corpos d'água (por exemplo, Pesque-Pague, clube, areeiro, etc). Não faz sentido considerar esta questão, por exemplo, para um comércio varejista). (Caso as respostas "Pesca (econômica)" ou "Pesca (lazer)" não tenham sido indicadas, pular para questão 41)**

Nome do corpo d'água: _____

Pesca (econômica) Uso de barco ou outras embarcações (lazer)

Pesca (lazer) Retirada de areia

Poço na propriedade Não soube informar Não respondeu

44) **Após** o rompimento da barragem há criação animal aqui (local da entrevista)? **(Caso a resposta seja negativa, pular para questão 49)**

Sim, mas em quantidade menor ao que ocorria antes do rompimento

Sim, da mesma forma que ocorria antes do rompimento

Sim, mas em quantidade maior ao que ocorria antes do rompimento

Não

Não soube informar Não respondeu

45) Em caso positivo da resposta anterior, quais são os animais criados aqui (local da entrevista)?

Bovinos Galináceos

Caprinos Equinos

Suínos Outros (Quais? _____)

Não soube informar Não respondeu

46) Quais são os produtos animais produzidos aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem (local da entrevista) (caso aplicável)?

Leite e derivados Ovo

Carne Outro (Qual? _____)

Não soube informar Não respondeu

47) Os produtos animais produzidos aqui (local da entrevista) **após** o rompimento da barragem são para qual finalidade (caso aplicável)?

Consumo local Venda em cooperativas/mercados

Venda para vizinhos/conhecidos Outro (Qual? _____)

Não soube informar Não respondeu

48) Qual a fonte da água utilizada aqui para dessedentação animal (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem (caso aplicável)?

Corpo d'água (rio Paraopeba) Nascente

Corpo d'água (afluente do rio Paraopeba) Caminhão-Pipa

Concessionária de abastecimento Outro (Qual? _____)

Poço na propriedade Não soube informar Não respondeu

Poeira:

49) O(a) sr(a) verificou aumento da poeira aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Em caso positivo, consegue descrever as características desta poeira (cor, se é “pegajosa/oleosa” ou não, etc)?

50) **Após** o rompimento da barragem, o(a) sr(a) acha que a poeira do ambiente aumentou?

Aumentou muito, se comparado a antes do rompimento
 Aumentou pouco, se comparado a antes do rompimento
 Permanece igual, se comparado a antes do rompimento
 Diminuiu, se comparado a antes do rompimento
 Não soube informar Não respondeu

Abastecimento de água:

Antes do rompimento da barragem:

51) Como era feito o abastecimento de água aqui (local da entrevista), **antes** do rompimento da barragem?

Poço cacimba (Há quantos poços na propriedade e qual a profundidade dos mesmos?)

Nascente

Concessionária de abastecimento de água

Compra / recebe galão de água mineral? Sim Não. (Se sim, Quantos? _____)

Outro (Qual? _____)

Não soube informar

Não respondeu

52) Como era feito o armazenamento da água consumida aqui (local da entrevista), **antes** do rompimento da barragem?

Caixa d'água Potes de barro

Cisterna Outro (Quais? _____)

Tonéis (Metal, Plástico) Não soube informar Não respondeu

53) Qual era o consumo diário médio de água aqui (local da entrevista), **antes** do rompimento da barragem?

- Menos que 30L Entre 50L e 100L Não soube informar
 Entre 30L e 50L Entre 100L e 500L Não respondeu
 Mais que 500L (Quanto? _____)

Após do rompimento da barragem:

54) Como é feito o abastecimento de água aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

- Poço cacimba (Há quantos poços na propriedade e qual a profundidade dos mesmos?
_____)

Nascente

Concessionária de abastecimento de água

Compra / recebe galão de água mineral? Sim (Quantos? _____) Não

Outro (Qual? _____)

Não soube informar Não respondeu

55) Como é feito o armazenamento da água consumida aqui (local da entrevista), **após** o rompimento da barragem?

Caixa d'água Potes de barro

Cisterna Outro (Quais? _____)

Tonéis (Metal, Plástico) Não soube informar Não respondeu

56) Qual é o consumo diário médio de água aqui (local da entrevista)), **após** o rompimento da barragem?

Menos que 30L Entre 50L e 100L Não soube informar

Entre 30L e 50L Entre 100L e 500L Não respondeu

Mais que 500L (Quanto? _____)

57) O(a) sr(a) notou alguma mudança na água que consome aqui (local da entrevista) desde o rompimento da barragem? (**Há a possibilidade de mais de uma indicação**)

Sim, de cor. Não

Sim, de cheiro. Outro (O quê? _____)

Sim, de gosto. Não soube informar Não respondeu

Perspectivas do entrevistado:

58) Na sua opinião, quais os maiores problemas causado pelo rompimento da barragem neste bairro (bairro em que o local da entrevista fica)?

59) E quais os maiores problemas causados pelo rompimento da barragem nesta cidade (cidade em que o local da entrevista fica)?

60) O(a) sr(a) observou alguma alteração no meio ambiente, nesta comunidade, **após** o rompimento da barragem?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

61) Se observou alteração no meio ambiente, onde observou este(s) tipo(s) de alteração(ões)?
(Há a possibilidade de mais de uma indicação)

Solo Água Ar

Plantações Animais Outro (Qual? _____)

62) A ruptura da barragem alterou algo em sua vida?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

63) Se a resposta anterior foi positiva, pode falar como foi afetado pelo rompimento da barragem?

Preocupações com a saúde:

64) **Após** o rompimento da barragem, as preocupações com a sua saúde e das pessoas que trabalham ou frequentam este estabelecimento:

Aumentaram Reduziram Continuaram a mesma

Não soube informar Não respondeu

65) **Após** o rompimento da barragem, o(a) sr(a) observou algum problema de saúde entre as pessoas que trabalham ou frequentam este estabelecimento (local da entrevista)?

Sim Não Não soube informar Não respondeu

Caso positivo, quais? _____

66) Comparado a antes do rompimento, como o(a) sr(a) classifica a saúde das pessoas que trabalham ou frequentam este local, em geral, **agora**?

- Muito melhor agora do que antes do rompimento
- Um pouco melhor agora do que antes do rompimento
- Igual estava antes do rompimento
- Um pouco pior agora do que antes do rompimento
- Muito pior agora do que antes do rompimento
- Não soube informar Não respondeu

67) Quais são as preocupações de saúde, **após** o rompimento da barragem, das pessoas que trabalham ou frequentam aqui (local da entrevista)?

68) Após o rompimento da barragem, quais aspectos mudaram aqui (local da entrevista) com relação aos cuidados com a saúde?

Informações adicionais:

69) Existe mais alguma informação que o(a) sr(a) julga importante registrar nesta entrevista?

APÊNDICE 05

Metodologia para Aplicação de Grupos Focais

Grupos focais são um método de pesquisa qualitativa que usa grupos de discussão para coletar dados. O pesquisador seleciona o tópico e auxilia no direcionamento da discussão, enquanto os participantes geram dados através de suas discussões entre si. Essa será a estratégia utilizada para engajar as comunidades para que se possa entender as preocupações relacionadas à saúde pública, parte integrante da Gestão Ambiental Integrada para Saúde e Meio Ambiente. A metodologia para evidenciar as preocupações com a saúde da comunidade é descrita no “*Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*” da *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR, 2005, pp. 4-13, 4-16, 4-22, 4-23), referência primária das Diretrizes do Ministério da Saúde de 2010.

Grupos focais são recomendados pela ATSDR em sua metodologia de comunicação com a comunidade como ferramenta primária de coleta de informações sobre preocupações à saúde das comunidades.

Grupos focais coletam informações que englobam:

- Preocupações com a saúde, incluindo suspeitas de exposições e efeitos na saúde que a comunidade tem expressado;
- Natureza e extensão dos esforços para entender a saúde da comunidade;
- Como as preocupações com a saúde podem ou não estar relacionadas a contaminantes locais específicos e vias de exposição (ATSDR PHAGM, 2005, p. 4-23).

A grande vantagem deste método vem do aspecto grupal da coleta de dados. A discussão de uma hora de um grupo focal pode gerar um vasto volume de dados e identificar uma maior variedade de visões, opiniões e experiências que o mesmo tempo gasto em entrevistas individuais em pesquisas domiciliares (HENNINK, 2007). A marca característica dos grupos focais é o uso explícito da interação do grupo para produzir dados e ideias que seriam menos acessíveis sem a interação encontrada em um grupo.

A utilização de grupos focais também apresenta limitações que precisam ser consideradas. A natureza flexível das discussões em grupo requer um moderador habilidoso. O moderador precisa facilitar uma discussão que gera respostas úteis, detalhadas e variadas sobre os assuntos. Além disso, o moderador precisa manter um ambiente confortável e permissivo no grupo, o que provocará respostas abertas. Também existe o risco do enviesamento na seleção dos participantes e na entrega das questões do moderador. Apesar dos membros do grupo poderem estimular um ao outro na discussão, há ainda o risco de alguns membros a dominarem. Isso pode inibir outros membros, o que os levaria a permanecerem quietos ou simplesmente concordarem com as visões de um participante dominante. Em outras situações, participantes podem todos simplesmente concordar uns com os outros devido a pressão social ou por desconforto no grupo, resultando em poucas discussões sobre o assunto. Um recrutamento mal feito dos participantes pode contribuir para a formação das hierarquias dentro do grupo focal, o que pode ter um impacto negativo na contribuição dos participantes na discussão.

Os princípios chave dos grupos focais são:

- Equilíbrio é essencial. Sempre considerar ambos interesses dos participantes e dos organizadores;
- Deve-se prestar atenção aos pensamentos e sentimentos dos participantes;
- Os dados vêm das discussões;
- Considerar como os participantes reagirão em relação aos outros participantes, às perguntas das entrevistas e à moderação.

Elementos:

- Participantes: Quem são as pessoas mais apropriadas e como serão localizadas?
- Questões: O que deve ser perguntado para criar uma discussão efetiva?
- Moderação: Qual o melhor estilo para conduzir o grupo focal?
- Análise: Como os dados são interpretados e como os resultados serão reportados?

O levantamento das preocupações da comunidade através de grupos focais será planejado durante a etapa preparatória de reuniões (Ver Seção 3.1.2.2 do texto principal).

1 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

Grupos focais funcionam melhor quando:

- Os participantes estão tão interessados nos tópicos quanto os organizadores;
- Pessoas que têm as informações necessárias são ouvidas;
- Os participantes se sentem confortáveis conversando uns com os outros sobre o assunto.

Com frequência, é interessante ordenar os grupos em segmentos homogêneos. Para os participantes, a homogeneidade dentro do grupo facilita as discussões, uma vez que:

- A sensação de que os participantes estão entre semelhantes facilita o ato de compartilhar;
- Os grupos precisam ser homogêneos em relação ao assunto, não apenas aos dados demográficos.

Dessa forma, os grupos focais para a condução da etapa de levantamento das preocupações da comunidade serão selecionados levando em consideração os tópicos descritos acima. O(s) grupo(s) focal(is) de cada área alvo será selecionado e estruturado pelas partes interessadas na GAISMA.

Caso seja necessário compreender se as diferenças na composição dos grupos focais interferem nas discussões, serão avaliadas as diferenças entre as respostas à questões semelhantes dadas por grupos que possuem composição diferentes.

2 RECRUTAMENTO

A estratégia de recrutamento para participação dos grupos focais estará alinhada desde o início entre as partes interessadas. O processo de recrutamento dos participantes levará em consideração que:

- É crucial saber não só quem serão os participantes, mas como eles serão localizados;
- Um roteiro sólido para os contatos iniciais com os participantes será desenvolvido e aprovado pelas partes interessadas;
- Os responsáveis pelo contato com os participais (recrutadores) serão equipes capacitadas e engajadas com a GAISMA;
- Serão aplicados métodos de engajamento dos participantes selecionados, a fim de garantir sua participação efetiva.

Adicionalmente, o acompanhamento após o contato inicial com os participantes será feito, considerando que:

- O primeiro contato com os participantes ocorrerá em até duas semanas antes da data do grupo focal;
- Serão utilizados meios de comunicação físicos com as instruções para participação;
- Haverá um contato por telefone uma noite antes da realização do grupo focal;
- Será considerado contatar um número de participantes 20% a maior do que o número necessário de participantes;
- Será elaborada uma lista de suplentes, caso o recrutamento dos participantes não seja efetivo.

3 FORMATOS BÁSICOS PARA O GRUPO FOCAL

O formato de cada grupo focal será definido na etapa de planejamento do levantamento das preocupações da comunidade, podendo ser utilizadas diferentes estruturas.

A estrutura de funil é um formato comum e considera que:

- O primeiro nível de perguntas é abrangente, menos estruturado - o objetivo é escutar as perspectivas do participante:
 - Questões iniciais são abrangentes, menos estruturadas, priorizam os interesses dos participantes;
- O meio é estruturado - o objetivo é cobrir os tópicos e interesses dos pesquisadores;
- O final é estreito, o mais estruturado - o objetivo é conseguir respostas para perguntas específicas:
 - Questões finais são mais restritas, mais estruturadas e priorizam os interesses do pesquisador.
- A última pergunta é geralmente um encerramento que claramente sinaliza o fim do grupo.

Abordagens mais estruturadas e menos estruturadas de questionamento incluem:

- Entrevistas menos estruturadas que priorizam escutar os participantes em seus próprios termos:
 - Útil para propósitos exploratórios;
 - Com frequência as perguntas feitas são mais abrangentes, em menor quantidade com menos controle do moderador
- Entrevistas mais estruturadas que priorizam uma agenda predeterminada:
 - Útil quando se sabe quais são as questões, e se quer escutar as respostas;
 - Frequentemente pergunta questões mais limitadas, em maior quantidade e com maior uso do moderador.

Outros possíveis formatos de entrevistas são:

- Funil Reverso, que começa com questões específicas e avança para generalidades:
 - Assuntos específicos e experiências concretas podem ser bons iniciadores de discussão;
 - Pode-se começar perguntando o máximo de exemplos do tópico que os participantes conhecem.
- Tomada de histórico, que pede que os participantes contem alguma experiência:

- O modelo é baseado em entrevistas médicas que elucidam experiências anteriores, passo a passo;
 - Funciona bem quando todos participantes compartilham da mesma experiência.
- Brainstorming, que prioriza gerar ideias, e não as avaliar:
 - Normalmente, altamente estruturado com participantes envolvidos em pouca conversa real;
 - Frequentemente utiliza o desenvolvimento de listas como uma tarefa em grupo.

4 SELECIONANDO UM MODERADOR

Os moderadores do grupo focal e a equipe responsável pela etapa de levantamento das preocupações da comunidade serão selecionados considerando:

- Experiência em trabalhar com grupos é o primeiro passo para a expertise em moderação;
- Experiência em assuntos de moderação, e também experiência anterior com seus participantes.

5 ESTILOS DE MODERAÇÃO

O estilo de moderação será definido na etapa de planejamento do levantamento das preocupações da comunidade, podendo ser utilizadas diferentes estruturas.

Abordagens menos estruturadas ou mais estruturadas diferenciam os pontos de equilíbrio:

- Abordagens menos estruturadas ditam o equilíbrio em favor aos interesses dos participantes:
 - O moderador ajuda os participantes gerar discussões amplas e escuta suas visões;
 - A interação deixa os pesquisadores descobrirem ideias as quais eles não haviam antecipado.
- Abordagens mais estruturadas ditam o equilíbrio a favor dos interesses dos pesquisadores:
 - Os moderadores perguntam e recebem as respostas, o que mantém os participantes “trabalhando”;
 - A interação fornece profundidade na agenda determinada pelo pesquisador.

Comparando os diferentes estilos de moderação:

- Não surpreendentemente, o estilo mais comum é uma abordagem moderada ou no meio do caminho:
 - Funciona alternadamente entre os interesses dos pesquisadores e dos participantes;
 - Concentra nos objetivos do pesquisador, mas dá ao grupo liberdade para buscá-los;
 - O moderador depende fortemente em “escutar ativamente” – está interessado, mas sem julgamentos. se gostaria.

6 ANALISANDO DADOS E REPORTANDO RESULTADOS

A análise de dados e o formato a ser utilizado para reportar os resultados serão definidos na etapa de planejamento do levantamento das preocupações da comunidade, podendo ser utilizadas diferentes estruturas.

De forma a geral, o agrupamento dos dados qualitativos considerará:

- Dentro de um grupo, procurar por “temas chave” que quase todo mundo concorda que são importantes;
- Entre os grupos, procurar por “temas chave” que são compartilhados por quase todos os grupos.

Adicionalmente, será previsto a produção de pequenos resumos no local de realização dos grupos focais, a serem estruturados conforme descrito a seguir:

- Primeiro, escrever observações após a finalização do trabalho com cada grupo;
- Depois, sintetizar e separar os resumos dos diferentes grupos;
- O produto é um relatório oral ou uma contribuição escrita.

Ao preparar o relatório completo, será considerado agrupar os resumos por análise das questões, conforme descrito a seguir:

- Primeiro, preparar resumos separados do que cada grupo disse em cada questão;
- Depois, comparar os grupos para chegar aos principais temas;
- Assumir um grupo estruturado moderadamente;
- O produto final apresenta e discute os temas principais em todo conjunto de discussões.

Além disso, para o relatório de apresentação de resultados, será importante trazer análises detalhadas das transcrições, considerando:

- Primeiro, comparar as respostas entre perguntas e grupos para desenvolver os principais temas;
- Em seguida, relacionar os temas entre si, dentro e através das transcrições para integrar conclusões;
 - Essa é praticamente a única opção com grupos pouco estruturados;
- O produto final deve evidenciar procedimentos de análise sistemática.

7 FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE

A aplicação da ferramenta de Avaliação de Preocupações da Comunidade requer um claro entendimento da situação ambiental e de como os membros da comunidade e partes interessadas percebem o(s) risco(s) colocados pela situação ambiental. Dessa forma, a ferramenta de Avaliação de Preocupações da Comunidade será realizada após a execução das reuniões do grupo focal de discussões.

A ferramenta de Avaliação de Preocupações da Comunidade tem como objetivo prover uma sensação aproximada do nível de preocupação com a comunidade. Essa avaliação será executada por mais de um membro da equipe responsável pelo levantamento das preocupações da comunidade, a fim de comparar os resultados e avaliar se são coerentes.

A ferramenta consiste em uma lista de perguntas a serem preenchidas pelos responsáveis pelo levantamento das preocupações da comunidade, apresentado a seguir.

Um questionário que possuir uma quantidade majoritária de respostas afirmativas indica probabilidade de haver um alto nível de preocupação na comunidade – assim como uma quantidade majoritária de respostas negativas indica probabilidade de um baixo nível de preocupação. Caso as respostas não apresentem uma tendência clara, será considerado que a comunidade possui um nível mais alto de preocupação, para que não haja subestimação.

Entrevistas ou grupos focais de discussão adicionais são recomendados caso não haja conhecimento ou consenso para responder ao questionário.

Pergunta	Sim	Não	Não é possível responder
1. A exposição química é involuntária, em oposição à voluntária (por exemplo, um acidente de derramamento químico vs. uma exposição no local de trabalho)			
2. A exposição química é percebida como controlada por outros, em oposição a controle individual (por exemplo, no abastecimento de água de uma cidade vs. um lugar que pode ser facilmente evitado)?			
3. A exposição é percebida como distribuída injustamente (por exemplo, afetando uma certa parte da cidade ou uma certa população vs. a cidade inteira igualmente ou aleatoriamente)?			
4. A exposição tem efeitos dramáticos, de longa duração na comunidade (por exemplo, pessoas não conseguem viver em algum bairro ou tiveram suas propriedades destruídas vs. algo que pode ser limpo)?			
5. A exposição parece afetar mais crianças do que adultos?			
6. Houve mortes ou doenças severas que são percebidas como diretamente atribuíveis à exposição química ou antecipam-se mortes ou doenças severas?			
7. A mídia e/ou o público veem o evento como o “primeiro”, “piores” ou “maiores” do seu tipo?			
8. A comunidade percebe que a resposta dos entes públicos e outras autoridades até então tem sido inadequada ou devagar?			

8 BIBLIOGRAFIA

ATSDR. Public Health Assessment Guidance Manual (Update). U.S. Department of Health and Human Services. January 2005.

Hennink, M. International Focus Group Research, A Handbook for the Health and Social Sciences. Cambridge University Press. 2007

Morgan, D. Focus Groups from Start to Finish. JPSM. Portland State University. May 27-28, 2008.