



PROJETO DETALHADO
ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO
Plano de Gestão Ambiental Integrada

Bacia de Rio Paraopeba

GRUPO EPA – ENGENHARIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Março, 2021

SUMÁRIO

GLOSSÁRIO.....	3
1 <u>INTRODUÇÃO.....</u>	9
1.1 DIMENSIONAMENTO.....	11
1.1.1 AVALIAÇÃO DE DADOS DISPONÍVEIS	11
1.1.2 MODELO CONCEITUAL DE GESTÃO AMBIENTAL.....	12
1.1.3 PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	12
1.1.4 MEDIDAS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL.....	14
1.1.4.1 PARTES INTERESSADAS (<i>STAKEHOLDERS</i>).....	17
1.1.5 PLANO DE COMUNICAÇÃO DE RISCO.....	17
1.1.6 AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA	19
1.2 EXECUÇÃO	19
2 <u>REFERÊNCIAS</u>	21

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.

Área de estudo ecológico (AE_{ECO}): Representações espaciais delimitadas por microbacias de contribuição hídrica que possuam características similares quanto aos atributos físicos, de seu bioma, fito fisionomia, espécies potencialmente expostas e alterações ambientais causadas pelo rompimento da B-I.

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.

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

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.

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 as 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 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

O Plano de Gestão Ambiental tem como objetivo consolidar todas as medidas de intervenção (ações de saúde, controles institucionais, de engenharia, de monitoramento e de remediação / reabilitação) a serem implantadas na bacia do Rio Paraopeba na região impactada pelo rejeito associado ao rompimento da barragem B-I da Mina Córrego do Feijão, localizada no município de Brumadinho (MG).

A base para definição das medidas de intervenção a serem implantadas serão os seguintes documentos:

- Todos os *Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana* desenvolvidos para todas as Áreas Alvo para Saúde Pública (AA_{SH}) definidas para a região impactada da bacia do Rio Paraopeba, utilizando as diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010);
- Todos os *Estudos de Avaliação de Risco a Saúde Humana* desenvolvidos para todas as Áreas Alvo para Meio Ambiente (AA_{MA}) definidas para a região impactada da bacia do Rio Paraopeba, utilizando a metodologia RAGS *Human Health* (US.EPA, 1989a);
- Todos os *Estudos de Avaliação de Risco Ecológico* desenvolvidos para todas as Áreas de Estudo Ecológico para Meio Ambiente (AE_{ECO}) definidas para a região impactada da bacia do Rio Paraopeba, utilizando a metodologia RAGS *Ecological Risk* (US.EPA, 1997; US.EPA, 2018).

As medidas de intervenção definidas para a gestão ambiental estarão alinhadas com o conceito descrito na Resolução CONAMA 420.

Os produtos serão:

- Modelo Conceitual de Gestão Ambiental
- Plano de Monitoramento Ambiental Continuado;
- Plano de Reabilitação Ambiental;
- Plano de Comunicação de Risco à Saúde Humana;
- Indicações de Monitoramento e Acompanhamento de Saúde Pública

As ações a serem definidas irão considerar, mas não se limitar, as informações e dados gerados e disponibilizados a partir dos estudos supramencionados desenvolvidas anteriormente,

visando estabelecer medidas de controle, monitoramento e mitigação da contaminação integradas e com acompanhamento dos indicadores nas AA_{SH}, AA_{MA} e AE_{ECO} impactadas pelo rompimento da Barragem B-I que apresentaram risco a saúde humana ou risco ecológico.

Caso necessário, serão executadas medidas a fim de consolidar as conclusões sobre potenciais riscos à saúde humana e ecológicos. Sendo assim, serão implementadas preventivamente medidas de controle institucional, monitoramento do risco em pontos de conformidade conforme descritas na Resolução CONAMA nº 420, entretanto, somente após essa consolidação, serão estabelecidas as medidas de reabilitação a serem aplicadas nas AA_{SH}, AA_{MA} e AE_{ECO}.

Mesmo que seja dimensionada a aquisição de novos dados para entendimento mais detalhado dos riscos à saúde humana e ecológico, caso sejam identificados estes riscos, serão dimensionadas medidas de controle institucional, medidas de monitoramento, medidas de remediação/reabilitação ambiental e caso aplicável, medidas de engenharia visando mitigar os riscos teóricos calculados para níveis aceitáveis e controlar a exposição humana e de ecossistemas potencialmente expostos. Estas medidas serão dimensionadas em consonância com as orientações técnicas constantes na Resolução CONAMA nº 420, RAGS *Human Health*, RAGS *Ecological Risk*, diretrizes do Ministério da Saúde, e legislações dos Estados de MG, devendo ser atualizadas a partir dos resultados obtidos dos novos dados.

Serão dimensionados planos de monitoramento ambiental para avaliação da eficiência/eficácia das medidas de reabilitação ambiental a serem implantadas conforme recomendações das etapas de avaliação de risco a saúde humana e ecológico. Sendo assim, serão consideradas como metas remediação ambiental o risco cumulativo (carcinogênico e não carcinogênico) calculado por compartimento ambiental de interesse, as Concentrações Máximas Aceitável (CMA), Guias de Avaliação de Meio Físico (EMEGS), Guias de Avaliação da Dose de Referência (RMEGS) e Guias de Avaliação de Risco De Câncer (CREGS), a serem definidos a partir da consolidação dos resultados das ARSH desenvolvida com base nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) e RAGS *Human Health* (US.EPA, 1989a), bem como ARE desenvolvida com base no RAGS *Ecological Risk* (US.EPA, 1997). Estes parâmetros serão desenvolvidos para integrar as ações de saúde pública, monitoramento e reabilitação ambiental, bem como monitoramento ecológico.

As etapas de desenvolvimento são:

1. Avaliação de Dados Disponíveis;
2. Definição do Modelo Conceitual de Gestão Ambiental;
3. Definição do Plano de Monitoramento Ambiental;
4. Definição das Medidas de Reabilitação Ambiental;

5. Definição do Plano de Comunicação de Risco à Saúde Humana;
6. Orientação para Definição de Ações de Saúde Pública.

Os objetivos serão definidos considerando a conclusão acerca da necessidade de adoção de medidas de reabilitação.

1.1 DIMENSIONAMENTO

1.1.1 Avaliação de Dados Disponíveis

A avaliação de dados disponíveis, conforme destacado anteriormente, não deve se limitar às etapas anteriores dos estudos, devendo ser consultados outros documentos relacionados a atividades de reabilitação, estudos sobre risco potencial, planos de monitoramento executados no local, dentre outros.

A partir destas informações, caso seja possível consolidar das conclusões sobre os potenciais riscos à saúde humana e ecológicos das AA_{SH}, AA_{MA} e AE_{ECO} em estudo, serão definidas medidas de monitoramento ambiental continuado e medidas de reabilitação.

Caso contrário, será indicado o monitoramento ambiental e, a partir de seus resultados e a consolidação das conclusões sobre os potenciais riscos à saúde humana e ecológicos, definir as medidas de reabilitação a serem aplicadas nas AA_{SH}, AA_{MA} e AE_{ECO}.

Esta etapa deve considerar a comparabilidade de dados de diferentes estudos. Conforme *Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part A)* (US.EPA, 1991), recomenda-se a avaliação da possibilidade de combinação de dados sujeita aos seguintes critérios comparativos:

- Design amostral;
- Temporalidade;
- Espacialidade;
- Métodos de preparação e conservação de amostras;
- Metodologias de análise e limite de quantificação;
- Lista de compostos analisados;
- Comparabilidade estatística dos dados.

Caso sejam identificados dados válidos, estes serão considerados na análise de acordo com os objetivos definidos no Plano de Gestão Ambiental.

1.1.2 Modelo Conceitual de Gestão Ambiental

O Modelo Conceitual de Gestão Ambiental (MCA_{GA}) será baseado nas conclusões dos Estudos de ARSH e ARE, na avaliação dos dados disponíveis e na definição dos objetivos específicos do Plano de Gestão Ambiental das áreas em estudo. A definição dos objetivos a partir do MCA_{GA} irá considerar a inter-relação dos diferentes elementos, que em conjunto, caracterizam risco. A **Figura 1** apresenta esta relação.

Figura 1 – Interrelação de elementos para caracterizar risco potencial



A **Figura 1** ilustra a possibilidade de diferentes formas possíveis de atuação das medidas de reabilitação para excluir o risco potencial das AA_{SH}, AA_{MA} e AE_{ECO} em estudo.

As limitações dos modelos conceituais desenvolvidos nos estudos de ARSH e ARE serão abordadas no MCA_{GA} para que estas sejam tratadas adequadamente. No MCA_{GA} serão consolidados os riscos teóricos adicionais quantificados nas avaliações de risco a saúde humana desenvolvidas pelas diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) e RAGS *Human Health* (US.EPA, 1989a), e ARE desenvolvida com base no RAGS *Ecological Risk* (US.EPA, 1997).

A análise otimizada dos dados no item a seguir apresenta as orientações metodológicas para esta questão.

1.1.3 Plano de Monitoramento Ambiental

O plano de monitoramento ambiental será composto por:

- Definição dos pontos de monitoramento, com base no mapa de risco teórico, considerando a definição dos pontos a seguir:

- i. Pontos de Exposição Humana (PDE): os PDE são os pontos de monitoramento alocados próximos aos receptores localizados dentro da área de risco teórico potencial, com o objetivo de monitorar as condições de exposição dentro deste perímetro para as SQI que apresentaram risco potencial calculado;
- ii. Pontos de Conformidade (PCF): os PCF são os pontos de monitoramento alocados próximos aos receptores localizados fora da área de risco teórica potencial, porém próximos aos limites de seu perímetro para as SQI que apresentaram risco teórico calculado, com o objetivo de monitorar as condições de exposição destes receptores e fixar valores que não serão ultrapassados, de modo a assegurar que a evolução das concentrações não proporcionem risco à estes receptores;
- iii. Pontos de Controle (PCT): os PCT são os pontos de monitoramento alocados em locais estratégicos para adensamento da malha de monitoramento, visando detalhamento do entendimento espacial da distribuição dos elementos de interesse no meio físico, reduzindo incertezas do Modelo Conceitual.
- iv. Definição de pontos complementares: se necessários, definidos a partir da análise otimizada de dados;
 - Metodologias de coleta das matrizes de interesse;
 - Ensaios laboratoriais dos parâmetros de interesse.

No plano de monitoramento ambiental continuado está previsto o mapeamento do risco para entendimento detalhado das variações exposicionais das comunidades expostas, permitindo uma análise mais precisa sobre as ações a serem implementadas no intuito de reduzir o risco, ou no caso de riscos não mitigáveis, avaliar a possibilidade de execução de medidas de compensação.

Nesse sentido, caso necessário para o mapeamento da distribuição detalhada dos pontos que ofereçam risco a saúde humana ou ecológico, será dimensionado o adensamento amostral com base nas mesmas premissas geoestatísticas e estatísticas definidas nos Estudos de ARSH e ARE. Além disso, para definição das medidas de intervenção a serem adotadas será avaliado o uso pretendido da área alinhado com as comunidades atingidas, responsáveis técnicos indicados pelas comunidades atingidas e poder público responsável.

A estratégia do monitoramento ambiental continuado também irá prever o monitoramento de espécies da fauna e flora que possam ter sido classificadas em situação de risco ecológico na etapa de ARE, sendo que este monitoramento será integrado aos programas

desenvolvidos pelo Programa de Biodiversidade. A finalização deste monitoramento será realizada no momento do atingimento das metas de reabilitação ambiental a serem desenvolvidas nos estudos de ARE.

O plano de monitoramento ambiental continuado irá depender da consolidação das informações provenientes de etapas anteriores, devendo este ser iniciado pelo monitoramento ambiental do risco potencial, caso sejam necessários dados adicionais para diminuir as incertezas referentes ao risco teórico. Os compartimentos do meio físico e ambientais a serem monitoradas serão aquelas que apresentaram risco teórico na ARSH e ARE.

Caso necessário para interpretação dos resultados gerados pelo monitoramento ambiental continuado, serão consideradas análises complementares (por exemplo, ensaios de biodisponibilidade e bioacessibilidade), além das análises realizadas anteriormente, visando estabelecer uma base detalhada para discussão sobre a ocorrência do risco potencial associado ao rompimento da barragem B-I.

Conforme CONAMA nº 420 e DN COPAM 02/2010:

- a) No caso da necessidade de implantação de medidas de reabilitação ambiental visando a mitigação do risco a níveis aceitáveis, o Monitoramento Ambiental servirá como base de dados que será utilizada para reavaliação continuada do atingimento do risco aceitável para posterior encerramento do projeto em uma determinada área em estudo (AA_{SH} , AA_{MA} e AE_{ECO});
- b) Caso uma determinada área em estudo (AA_{SH} , AA_{MA} e AE_{ECO}) não apresente risco à saúde humana, o Monitoramento Ambiental servirá como base de dados que será utilizada para o Monitoramento para Encerramento e finalização dos Estudos de Avaliação de Risco.

1.1.4 Medidas de Reabilitação Ambiental

A definição das medidas de reabilitação ambiental serão dimensionadas para reabilitação da fonte secundária de contaminação, no ponto de exposição ou ao longo de uma rota de exposição conhecida.

Essas medidas serão definidas como um conjunto de ações adotadas visando a eliminação ou a redução dos riscos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger, decorrentes de uma exposição aos contaminantes presentes em uma área contaminada, consistindo da aplicação de medidas de remediação, que atuam sobre a fonte de contaminação reduzindo sua massa; controles institucionais, que atuam na restrição de acesso do receptor a um meio contaminado; e de engenharia, que atuam sobre as rotas de exposição. Estas medidas

também farão partes das ações de saúde pública para a melhoria da qualidade de vida das comunidades atingidas.

A definição das medidas de reabilitação a serem aplicadas nas Áreas Alvo a serem estudadas depende dos critérios de viabilidade definidos pelas partes interessadas na etapa de tomada de decisão. Os critérios de viabilidade são divididos em:

- a) Critérios técnicos: avaliados a partir da aplicabilidade técnica, considerando o meio físico a ser tratado, os contaminantes alvo, o tipo da técnica, seu método de aplicação, sua eficácia e eficiência, os equipamentos, insumos e mão de obra necessários, bem como resíduos gerados e riscos relacionados a sua aplicação;
- b) Critérios econômicos: avaliados pelo custo geral do projeto, sendo associados à alocação de mão de obra, equipamentos, insumos, análises químicas, destinação de resíduos, licenças e qualquer outro item necessário que possa influenciar economicamente o projeto;
- c) Critérios ambientais: avaliados a partir da análise de benefício ambiental líquido (*Net Environmental Benefit Analysis – NEBA*), comparando-se os potenciais benefícios ambientais de diferentes técnicas aplicadas, incluindo a ausência de suas aplicações.

Os seguintes objetivos devem ser considerados para adoção de medidas de reabilitação, quando aplicáveis:

- a) Mitigação do risco a níveis aceitáveis para saúde humana e ecológico;
- b) Controle das fontes de contaminação secundárias identificadas;
- c) Evitar que outros bens a proteger sejam impactados;
- d) Restabelecer a qualidade dos compartimentos do meio físico e ambientais impactados.

Para o atingir os objetivos propostos, as medidas de reabilitação ambiental poderão ser adotadas em conjunto ou isoladamente somente nas regiões que possuam risco confirmado. A decisão sobre as medidas de reabilitação a serem propostas deverá ter como base:

1. A redução da massa das substâncias químicas de interesse (SQI) nos compartimentos do meio físico contaminados que oferecem risco à saúde humana ou a ecossistemas, considerando a sua distribuição espacial mapeada anteriormente nas etapas de *Plano Investigação para Saúde (ARSH)* e *Plano de Investigação para Meio Ambiente (ARSH e ARE)*;
2. O controle e, se possível, a eliminação da exposição de receptores localizados em regiões nas quais foi quantificado risco acima de níveis aceitáveis;

3. Elaboração de estudos de alternativas de reabilitação, em alinhamento com o Plano de Manejo de Rejeitos, que preveja a avaliação das seguintes alternativas:
 - a. Remoção e/ou raspagem, tratamento e disposição final de solo superficial contaminado que possua SQI que oferecem risco para ingestão de partículas e ingestão de alimentos;
 - b. Geofixação, estabilização e inertização de SQI que oferecem risco para ingestão de partículas de solo superficial e ingestão de alimentos;
 - c. Fitorremediação em áreas onde solo superficial contaminado que possuam SQI que oferecem risco para ingestão de partículas;
 - d. Encapsulamento de áreas onde solo superficial contaminado que possuam SQI que oferecem risco para ingestão de partículas.
 - e. Monitoramento e Controle de Cultivos e Plantações;

Para as medidas de engenharia e reabilitação ambiental do Plano de Gestão Ambiental, será obrigatório que sejam apresentados os seguintes itens de projeto básico:

1. Resultados dos testes desenvolvidos para o dimensionamento, quando aplicáveis;
2. Memorial descritivo;
3. Memorial de cálculo;
4. Dimensionamento e especificação de todos os equipamentos;
5. Plantas do layout das instalações da medida projetada;
6. Planta com concentrações meta a serem atingidas, mapa de risco referente ao cenário de exposição de interesse e área de influência da medida dimensionada;
7. Seções contendo o esquema da ocupação da área, a distribuição espacial da contaminação e a localização da medida de engenharia;
8. Isométrico das instalações da medida de engenharia, quando aplicável;
9. Quadro de quantitativos de materiais, insumos, mão de obra, equipamentos e infraestrutura de das instalações;
10. Pontos de conformidade para o monitoramento da eficiência da medida de engenharia;
11. Especificação técnica do monitoramento da eficiência da medida de engenharia;
12. Cronograma detalhado.

Após definidas as medidas de reabilitação a serem aplicadas, deve-se elaborar o plano de monitoramento de eficiência das medidas escolhidas, com base nos resultados obtidos em anteprojetos, testes piloto, projetos básicos etc.

Além disso, deve-se elaborar o plano de acompanhamento da saúde dos colaboradores envolvidos na execução das medidas escolhidas, para garantir que a prática do trabalho seja realizada de forma segura. O plano deve ser alinhado de forma específica para cada medida de reabilitação a ser aplicada.

1.1.4.1 PARTES INTERESSADAS (STAKEHOLDERS)

A participação dos *stakeholders* na etapa de tomada de decisões é essencial para que a definição do escopo e objetivos do projeto seja clara e esteja de acordo entre os envolvidos. A escolha das alternativas de reabilitação depende dos critérios pré-estabelecidos pelos *stakeholders*. A avaliação das alternativas de reabilitação elencadas será realizada a partir de critérios técnicos, econômicos e ambientais.

1.1.5 Plano de Comunicação de Risco

A estratégia e as ações serão norteadas pelas normas definidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). O Plano de Comunicação de Riscos à Saúde Humana seguirá referências consagradas como, por exemplo, as orientações presentes nos seguintes documentos:

1. Comunicação de riscos em emergências de saúde pública -- Um guia da OMS para políticas e práticas em comunicação de risco de emergência (OMS, 2018);
2. Comunicação Eficaz com a Mídia durante Emergência de Saúde Pública (Manual OMS, 2009);
3. *Effective Communications Participant Handbook* (WHO, 2015);
4. Treinamento em comunicação de risco emergencial (OMS, 2020);
5. Plano de Respostas às Emergências em Saúde Pública do Ministério da Saúde (BRASIL, 2014);
6. Resolução nº 588, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS) (BRASIL, 2018);
7. *Improving Risk Communication* (National Research Council, 1989);
8. Comunicação de Risco, Vigilância Sanitária e Política de Saúde (LORENA, 2015);
9. Comunicação no controle de risco à saúde e segurança na sociedade contemporânea: uma abordagem interdisciplinar (RANGEL, 2007);

10. A prática da comunicação de risco no contexto das organizações (LOURENÇO & MARCHIORI, 2012);
11. Micromortevida Severina? A comunicação preemptiva dos riscos (CASTIEL *et al*, 2017);
12. Creación de una estrategia de comunicación para la influenza pandêmica (OPAS, 2009).

O objetivo do Plano de Comunicação de Risco à Saúde Humana será traçar estratégias e ações de comunicação necessárias para a divulgação dos resultados obtidos no Estudo de ARSH e ARE, como:

- a) Definir uma estratégia de comunicação para informar adequadamente – de forma clara, didática e acessível – a todos os públicos sobre o resultado dos estudos de ARSH;
- b) Reforçar compromisso com a transparência e a credibilidade, prezando pela segurança da população por meio da divulgação de informações confiáveis;
- c) Promover o engajamento e estabelecer relação de confiança junto às partes interessadas;
- d) Evitar temores, preocupações e inseguranças associadas à percepção equivocada do risco para a saúde por parte da população;
- e) Atuar para evitar a circulação de informações distorcidas sobre possíveis impactos à saúde da população;
- f) Capacitar agentes e profissionais de saúde para lidar com o público e promover o esclarecimento.

As diretrizes de comunicação a serem seguidas, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), para atingir o objetivo de comunicar o risco, segue os princípios de educar, informar, recomendar, preparar e prevenir. As diretrizes são:

- a) Conquistar a confiança de comunidades afetadas;
- b) Estimular a participação das comunidades afetadas;
- c) Integrar a estratégia de comunicação de risco;
- d) Avaliar a prática da estratégia de comunicação de risco.

Com base nas diretrizes apresentadas e nos objetivos específicos do Plano de Comunicação de Risco à Saúde Humana, serão realizados os seguintes elementos:

- a) Mapear os públicos prioritários para a comunicação de risco, identificando a população afetada, os órgãos sociais, de mídia e governamentais, entre outros;

- b) Gerar a matriz de responsabilidades, definindo o papel de cada uma das instituições envolvidas;
- c) Definição de porta-vozes e mensagens-chave a serem passadas;

A partir destes elementos, deve-se definir a estratégia de comunicação e o plano tático de apresentação dos resultados obtidos e consolidados no Estudo de Avaliação de Riscos, finalizando-o com a definição da avaliação e monitoramento do desempenho do plano, respondendo questões como:

1. O público entende o conteúdo da comunicação?
2. O público está de acordo com a interpretação ou recomendação contida na mensagem?
3. Os públicos-alvo acham que a mensagem é útil, precisa e clara?

A partir desta avaliação e monitoramento será possível verificar a efetividade do plano de comunicação de risco e sugerir eventuais alterações em sua estratégia.

1.1.6 Ações de Saúde Pública

A indicação das ações de saúde pública será definida com base nas orientações das Diretrizes do MS (Ministério da Saúde, 2010). Serão previstas ações como, por exemplo, apoio ao SUS, capacitação dos profissionais do SUS, suporte à aplicação de protocolos de saúde específicos, indicação da necessidade de levantamento epidemiológico secundário, acompanhamento toxicológico, estudos de seguimento da população, plano de acompanhamento da saúde de trabalhadores, entre outros.

As ações não serão definidas no Plano de Gestão Ambiental. As indicações servirão de orientação para um grupo de especialistas em saúde pública e toxicologia humana, que irá detalhar os projetos ligados ao acompanhamento da saúde das populações potencialmente expostas pelo rompimento da barragem B-I.

Estas servirão de orientação para um grupo de especialistas em saúde pública e toxicologia humana, que irá detalhar os projetos ligados ao acompanhamento da saúde das populações potencialmente expostas pelo rompimento da barragem B-I.

1.2 EXECUÇÃO

Na etapa de execução do Plano de Gestão Ambiental serão executados os seguintes produtos previamente dimensionados:

1. Planos de Monitoramento Ambiental;

2. Plano de Reabilitação Ambiental;
3. Controles Institucionais, caso haja necessidade;
4. Plano de Comunicação de Risco;

As etapas acima serão acompanhadas e terão sua performance medidas pelos Indicadores dos Estudos de ARSH e ARE, os quais terão como meta a mitigação do risco teórico calculado cumulativo a níveis aceitáveis, bem como as metas de reabilitação ambiental.

Neste contexto, os projetos dimensionados serão executados com objetivo de eliminar/mitigar a exposição e atingimento das metas de reabilitação, da aplicação prática das medidas indicadas para saúde pública, bem como comunicar a comunidade exposta por meio do Plano de Comunicação do Risco às ações que estão sendo tomadas visando atingir estes objetivos.

O dimensionamento da equipe de execução, prazos agregados para implantação, operação e finalização, bem como as metodologias a serem aplicadas, dependerão do dimensionamento executivo final das medidas previstas no Plano de Gestão Ambiental.

2 REFERÊNCIAS

- A 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.
- ANDERSON, J.M. & INGRAM J.S.I. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. 2.ed. Wallingford, CAB International, 1993. 171p.
- 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 Microvacuum Sampling for Subsequent Metals Determination”. 2016.
- ÁSTUA, D.; MOURA, R.; GRELLE, 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.
- BARETTA, D.; 2007. Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no Estado de São Paulo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 158p. (Tese de Doutorado).
- BECKER, M.; DALPONTE, J. C. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. Brasília, DF: Editora da Universidade de Brasília. 1999.
- BORGES, P. A. L.; TOMÁS, W. M. Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004. 139 p.
- 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.

CHEIDA, C. C., RODRIGUES, F. H. G. Introdução às técnicas de estudo em campo para mamíferos carnívoros terrestres. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; ROSSANEIS, B. K.; FREGONEZI, M. N. (Eds.). Técnicas de estudos aplicadas aos mamíferos silvestres brasileiros. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 275 p, 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”. São Paulo, 2001.

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 Food 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.
- LUCENA, C.A.S. 2003. Revisão taxonômica e relações filogenéticas das espécies de *Roeboides grupo – microlepis* (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). *Iheringia, série zoologia*, 93 (3): 283-308.
- 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://portalarquivos2.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://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolidacao-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.

MOURA, R.T.M. Análise Comparativa da Estrutura de Comunidades de Pequenos Mamíferos em Remanescentes de Mata Atlântica e em Plantação de Cacaueiros em Sistema de Cabaças na Bahia. 1999. Dissertação de mestrado, PG-ECMVS, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

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.

OLIVEIRA, T.G.; CASSARO, K. Guia de felinos do Brasil. São Paulo: Instituto Pró-Carnívoros, Sociedade de Zoológicos do Brasil, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, 2005. 80p.

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. Organização Mundial de la Salud. Créacion de una estrategia de comunicación para la influenza pandémica. 2009.
- PAGLIA, A. P.; DA FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. DA C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição/2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, n. 6. Arlington: Conservation International., 2012. 76 p.
- PIORSKI, N.M.; Castro, A.C.L.; Pereira, L.G.; Muniz, M.E.L. 1998. Ictiofauna do trecho inferior do rio Itapecuru, Nordeste do Brasil. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 11: 15-24.
- RANGEL-S, Maria Ligia. 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.
- REAGAN, C.T. 1904. A monograph of the fishes of the family Loricariidae. Transactions of the Zoological Society of London, 17:191-324.
- REAGAN, C.T. 1911. Classification of the catfishes. Ann. Mag. Nat. Hist., 8(8): 553-577.
- REIS, R.E. 1989b. Systematic revision of the Neotropical characid subfamily Stethaproninae (Pisces, Characiformes). Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Zoologia, 2 (6): 3-86.
- 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 Saude. Nota Técnica SUBVPS/SES-MG nº 11/2017, 2017. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/notas-tecnicas/CT-SAÚDE/2017/CIF-NT-11-2017-CT-SAÚDE.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.
- SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The Mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part I. Bats. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., v. 237, p. 1-219, 1998.
- Spiegel, MR; Schiller, J; Srinivasan, A. Probabilidade e estatística. Porto Alegre: Bookman, 2013.

- SUTER, G. W. II. 1999. Developing conceptual models for complex ecological risk assessment. Human and Ecological Risk Assessment. N. 2, v. 5, pp.375-396, 1999.
- 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). 1989b. EPA - Methods for Evaluating Attainment of Cleanup Standards For Soils and Solid Media, Washington, DC, EUA.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 1991. "Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part A)". Washington, DC. Dezembro de 1991.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 1993. Wildlife Exposure Factors Handbook. EPA/600/R-93/187a.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 1997. Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments. Interim Final. June.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 1998. 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). 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). 2001a. 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). 2001b. 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). 2001c. 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). 2002a. "Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection". Washington, DC. 2002.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2002b. 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). 2002c. 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). 2004. 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). 2005a. 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). 2005b. Field Sampling Procedures Manual. New Jersey. Agosto de 2005.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2005c. Preparation of Soil Sampling Protocols: Sampling Techniques and Strategies. Nevada, 2005.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2006. “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 State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2007. Framework for Metals Risk Assessment, EPA 120/R-07/001. Washington, DC, EUA. Março, 2007.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2008. 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). 2009. 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 State Environmental Protection Agency (US.EPA). 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>).
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2014a. Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making. Washington, DC, EUA, 2014.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2014b. Operating Procedure - Soil Sampling, SESDPROC-300-R3. Athens, Georgia, EUA. 21 de agosto, 2014.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2015a. ProUCL Version 5.1.002, Technical Guide, Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations. Prepared by the Office of Research and Development. Publication No. EPA/600/R-07/041. Washington, DC. 2015.

- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2015b. Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance Interim Draft. Region 4.
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2016. “Weight of Evidence in Ecological Assessment”. Washington, DC. Dezembro de 2016.
- 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). 2017b. National Recommended Aquatic Life Criteria. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>
- United State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2017c. Interim Ecological Soil Screening Level Documents. <https://www.epa.gov/chemical-research/interim-ecological-soil-screening-level-documents>
- 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). 2017e. “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 State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2018. “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 State Environmental Protection Agency (US.EPA). 2019. “Regional Screening Levels (RSLs) - Generic Tables”. Washington, DC. Maio de 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>.
- VARI, R.P. 1989a. Systematics of the Neotropical characiform genus *Psectrogaster* Eigenmann and Eigenmann (Pisces, Characiformes). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 481: 1-43.
- VARI, R.P. 1989b. Systematics of the neotropical characiform genus *Curimata* Bosc (Pisces: Characiformes). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 444: 63p.
- VIZOTTO, L. D.; TADDEI, V. A. Chave para a determinação de quirópteros brasileiros. São José do Rio Preto: Francal, 1973. 72p.
- Weir S.M., S. Yu, L.G. Talent, J.D. Maul, T.A. Anderson, and C.J. Salice. 2015. Improving reptile ecological risk assessment: oral and dermal toxicity of pesticides to a common lizard species (*Sceloporus occidentalis*). *Environ Toxicol. Chem.* 34(8):1778-86.
- 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. Anirn. Sci. 1989. 67:2409-2414.