 DRM	RELATÓRIO AVALIAÇÃO DO PARECER DA UFC SOBRE O ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DO PROJETO SANTA QUITÉRIA	RT-SQ-02-25
		Rev.: 00 Data: 11/04/2025 Página 1/45

SUMÁRIO:

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICAÇÃO
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
4. DEFINIÇÕES E SIGLAS
5. DESENVOLVIMENTO
6. CONCLUSÕES
7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO
8. ANEXOS

CONTROLE DE REVISÕES		
REV.	DATA	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
00	11/04/25	Emissão Inicial.

	Nome	Conselho nº	IBAMA nº	Data	Assinatura
Elaboração	Leonardo Bernardino de Carvalho DRM	-	CPF 034.200.137-01		
Verificação Técnica	Luciana Barros Bastos COLIP.M	CREA 2011135296	CPF 115.877.447-83		
Verificação Qualidade	Mirlei Ane da Silva Oliveira CGQUA.M	-	CPF 012.425.255-99		
Aprovação	Karina Baldo Lopes GELIC.M	CRQ 03315662	CPF 053.602.667-08		

1. OBJETIVO

Este documento apresenta uma avaliação das equipes técnicas do Consórcio Santa Quitéria a respeito do documento elaborado por um painel acadêmico da Universidade Federal do Ceará (UFC) sobre o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto Santa Quitéria (PSQ), intitulado “*Parecer Técnico-Científico – Análise do Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Santa Quitéria de Mineração de Urânio e Fosfato da jazida de Itataia, Ceará, 2025*” (Parecer UFC), com enfoque nos temas inerentes ao licenciamento nuclear e à autorização mineroindustrial junto à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), com o objetivo de evidenciar a completeza de informação e a adequação das avaliações e análises apresentadas no EIA (EIA 2023).

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este relatório se aplica ao licenciamento ambiental do PSQ junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- **Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Santa Quitéria – 2023** (EIA 2023).
- **CE-ASCL.P-167/22**, de 29/04/2022
- **CE-ASCL.P-233/22**, de 23/06/2022.
- **CE-GEFIS.P/SUNOV.P-354/24**, de 28/10/2024.
- **Norma CNEN-NE-1.22** – Programas de Meteorologia de Apoio de Usinas Nucleoelétricas (Atualização: agosto/1989).
- **Norma CNEN-NN-3.01** – Requisitos Básicos de Radioproteção e Segurança Radiológica de Fontes de Radiação (Atualização: abril/2024).
- **Norma CNEN-NN-4.01** – Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Instalações Mínero-Industriais (Atualização: dezembro/2016).
- **Ofício nº 230/2024-CGRC/DRS/CNEN**, de 08/05/2024.
- **Parecer Técnico 17/2022/LAB-PROQ-LAPOC/SECTEC/LAPOC/CGRC/DRS**, de 16/08/2023.
- **Parecer Técnico 19/2022/DIMAP/DRS**, de 30/06/2022.
- **Parecer Técnico-Científico** – Análise do Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Santa Quitéria de Mineração de Urânio e Fosfato da jazida de Itataia, Ceará, 2025, da Universidade Federal do Ceará (UFC), de 11/03/2025 (Parecer UFC).

- **PG-SQ-01 R01** – Programa de Monitoração Radiológica Ambiental Pré-Operacional - PMRA-PO, Projeto Santa Quitéria - PSQ, Santa Quitéria - CE.
- **Resolução 314/2023-MCTI/CNEN** – Concede Autorização para Posse, Uso e Armazenamento de Minérios, Matérias-Primas e Demais Materiais contendo Radionuclídeos das Séries Naturais do Urânio e/ou do Tório para a Instalação Minerário-Industrial do Complexo Santa Quitéria, de 08/09/23.
- **RIP-PSQ R00** – Relatório de Informações Preliminares – Projeto Santa Quitéria.
- **RT-SQ-03-23 R00** – Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Minerário-Industrial do Projeto Santa Quitéria.
- **RT-SQ-04-22 R00** – Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação de Urânio do Projeto Santa Quitéria.
- **RT-SQ-04-22 R01** – Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação de Urânio do Projeto Santa Quitéria.

4. DEFINIÇÕES E SIGLAS

4.1. Definições

- **Aerossol** – Suspensão de partículas sólidas ou líquidas em um gás (neste documento, se refere a material particulado em suspensão no ar).
- **Atividade** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Quociente dN/dt , de uma quantidade de núcleos radioativos num estado de energia particular, onde dN é o valor esperado do número de transições nucleares espontâneas deste estado de energia no intervalo de tempo dt . A unidade adotada no sistema internacional é o recíproco do segundo (s^{-1}), denominada becquerel (Bq);
- **Contaminação** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Presença indesejável de substância radioativa em sólidos, líquidos ou gases, assim como em superfícies (incluindo o corpo humano);
- **Dose Absorvida** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Grandeza dosimétrica fundamental expressa por $D = d\bar{\epsilon}/dm$, onde $d\bar{\epsilon}$ é a energia média depositada pela radiação em um volume elementar de matéria de massa dm . A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma ($J \cdot kg^{-1}$), que recebe a denominação especial gray (Gy).
- **Dose Efetiva** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Grandeza definida pela expressão $E = \sum w_T H_T$, onde H_T é a dose equivalente no tecido ou órgão T e w_T é o fator de peso do respectivo

órgão ou tecido. A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma ($J \cdot kg^{-1}$), que recebe a denominação especial sievert (Sv).

- **Exposição** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Ato ou condição de estar submetido à ação de radiação ionizante.
- **Fonte ou Fonte de Radiação** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Qualquer material, equipamento ou instalações e atividades que possam causar exposição à radiação tanto por emitir radiação ionizante quanto por liberação de substâncias radioativas ou materiais radioativos. A fonte pode ser tratada como uma entidade única para fins de radioproteção e segurança radiológica, ou como um conjunto de fontes (uma instalação ou uma atividade) desde que o grupo crítico ou pessoa representativa seja o mesmo.
- **Grupo Crítico** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Grupo (hipotético) de indivíduos do público, cuja exposição a uma determinada fonte de radiação ou via de exposição é razoavelmente homogênea e típica dos indivíduos que recebem as maiores doses equivalentes ou doses efetivas devidas àquela fonte.
- **Incorporação** (conceito) – Admissão de determinado material radioativo no corpo humano por ingestão, inalação ou penetração através de ferimentos.
- **Indivíduo do Público** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Qualquer membro da população quando não submetido à exposição ocupacional ou exposição médica.
- **Instalação Mineroindustrial** (conforme CNEN-NN-4.01) – Instalação na qual matérias-primas contendo radionuclídeos das séries naturais do urânio e/ou tório são lavradas e/ou industrializadas, incluindo os locais de armazenamento de escórias e resíduos.
- **Instalação Nuclear** (conforme CNEN-NN-4.01) – Instalação na qual material nuclear é produzido, processado, reprocessado, utilizado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da CNEN. Estão, desde logo, compreendidos nesta definição fábrica ou usina para a produção ou tratamento de materiais nucleares, integrante do ciclo de combustível nuclear.
- **Limite de Detecção** – Menor valor de dado parâmetro que pode ser mensurado através de dado método de monitoração, em função das diversas contribuições que podem interferir em sua determinação, considerando graus de confiança aceitáveis tanto de falso positivo (quando as contribuições associadas aos interferentes são interpretadas equivocadamente como aquelas associadas ao parâmetro) como de falso negativo (quando as contribuições associadas ao parâmetro são interpretadas equivocadamente como aquelas associadas aos interferentes). Resultados do parâmetro abaixo do respectivo Limite de Detecção do método de monitoração

são considerados como estatisticamente não confiáveis, devendo ser reportados numericamente com o valor do Limite de Detecção, porém precedidos pelo sinal de menor “<”.

- **Pessoa Representativa** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Indivíduo, seja hipotético ou específico, que recebe uma dose representativa dos indivíduos mais expostos da população.
- **Radionuclídeo** – Isótopo radioativo. Neste documento, refere-se aos isótopos da série radioativa do U-238 (sendo eles: U-238, Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210 e Po-210) e do Th-232 (sendo eles: Th-232, Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 e Tl-208).
- **Restrição de Dose** (conforme Norma CNEN-NN-3.01) – Valor de dose prospectivo relacionado à fonte e inferior ao limite de dose estabelecido pela CNEN, utilizado como uma referência superior no processo de otimização relativo a essa fonte. O valor de restrição de dose deve ser aplicado a uma fonte ou a um conjunto de fontes como entidade única se o grupo crítico ou pessoa representativa for o mesmo.
- **Via de Exposição** – Forma na qual indivíduos ou população podem estar sujeitos aos acréscimos nos níveis de exposição externa e/ou de exposição interna resultantes da liberação de efluentes de uma instalação.

4.2. Siglas

- **Bq** – Becquerel
- **CGQUA.M** – Coordenação de Gestão da Qualidade
- **CNEN** – Comissão Nacional de Energia Nuclear
- **COLIP.M** – Coordenação de Licenciamento e Projetos
- **CREA** – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
- **CRQ** – Conselho Regional de Química
- **DRM** – Diretoria de Recursos Minerais
- **EIA** – Estudo de Impacto Ambiental
- **EPI** – Equipamento de Proteção Individual
- **Fosnor** – Fosfatados do Norte-Nordeste S.A.
- **Funceme** – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
- **GELIC.M** – Gerência de Engenharia e Licenciamento
- **Gy** – Gray

- **Ibama** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- **INB** – Indústrias Nucleares do Brasil S.A.
- **LTR** – Licença para Trabalho com Radiação
- **MPCE** – Ministério Público do Estado do Ceará
- **MPF** – Ministério Público Federal
- **MPT** – Ministério Público do Trabalho
- **PMRA** – Programa de Monitoração Radiológica Ambiental
- **PMRA-PO** – Programa de Monitoração Radiológica Ambiental Pré-Operacional
- **PPRO** – Plano de Proteção Radiológica Ocupacional
- **PSQ** – Projeto Santa Quitéria
- **RIP** – Relatório de Informações Preliminares
- **RT** – Relatório Técnico
- **SQ** – Santa Quitéria
- **Sv** – Sievert
- **UFC** – Universidade Federal do Ceará

5. DESENVOLVIMENTO

5.1. Introdução

As empresas Fosfatados do Norte-Nordeste S.A. (Fosnor), do Grupo Galvani, e Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB) firmaram o Consórcio Santa Quitéria com o objetivo de estruturar o Projeto Santa Quitéria (PSQ), empreendimento que visa à produção de produtos fosfatados, na forma de fertilizantes e de suplementos para ração animal, e de concentrado de urânio, para a produção de combustível nuclear.

Visto que o PSQ envolve a lavra e o beneficiamento de um minério contendo fosfato e urânio associados (na forma de colofanito), oriundo da Mina Itataia (localizada na Fazenda Itataia, propriedade da INB situada em Santa Quitéria/CE), trata-se de um empreendimento que exige licenciamento ambiental, junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), e licenciamento nuclear e autorização minerioindustrial, junto à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Assim, em função das demandas do licenciamento junto ao Ibama, o Consórcio Santa Quitéria elaborou uma nova versão do Estudo de Impacto Ambiental (EIA

2023), documento que, para atendimento a necessidades específicas, também incorpora alguns elementos e informações inerentes ao licenciamento e autorização junto à CNEN.

Por outro lado, com o objetivo de atender a uma solicitação conjunta do Ministério Público Federal (MPF), do Ministério Público do Trabalho (MPT) e do Ministério Público do Estado do Ceará (MPCE), a respeito da análise dessa nova versão do EIA, um painel acadêmico (conjunto de professores e pesquisadores) da Universidade Federal do Ceará (UFC) elaborou o documento intitulado “*Parecer Técnico-Científico – Análise do Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Santa Quitéria de Mineração de Urânio e Fosfato da jazida de Itataia, Ceará, 2025*” (Parecer UFC). Nesse contexto, o Parecer UFC apresenta diversos apontamentos e recomendações que procuram evidenciar omissões e insuficiências de informações no EIA.

Assim, de modo a subsidiar quaisquer instituições interessadas na avaliação do EIA, como os órgãos licenciadores Ibama e CNEN, além do MPF, do MPT e do MPCE, o presente documento apresenta uma avaliação de equipe técnica do Consórcio Santa Quitéria a respeito do Parecer UFC, com enfoque nas recomendações relacionadas aos temas de proteção radiológica ocupacional e ambiental (que são inerentes ao licenciamento nuclear e à autorização minerointustrial junto à CNEN). São apresentadas informações que respondem ou que contrapõem os apontamentos e recomendações constantes no Parecer UFC, além de argumentações complementares, com o objetivo demonstrar tanto (i) a completeza de informação como (ii) a adequação das avaliações e análises apresentadas no EIA.

Para facilitar a correspondência entre o presente documento e o Parecer UFC, as Seções 5.2 a 5.5 adiante citam as numerações e apresentam as transcrições dos títulos das respectivas seções do Parecer UFC às quais se aplicam. Da mesma forma, as subseções adiante apresentam as transcrições das recomendações constantes no Parecer.

5.2. Avaliação da Seção 1.5 do Parecer UFC: “*Incerteza Quanto à Conformidade de Classificação Preliminar da Instalação Mínero-Industrial na Categoria II e Consequências para as Estimativas de Impacto Radiológico do CMISQ*”.

Essa seção do Parecer UFC apresenta 03 recomendações, avaliadas nas Subseções 5.2.1 a 5.2.3 adiante.

5.2.1. Avaliação da Recomendação: “*Que a CNEN apresente a previsão normativa para a classificação provisória de instalação mínero-industrial e, na ausência de respaldo normativo, proceda com a classificação definitiva da unidade em estágio pré-operacional.*”

Essa recomendação deve ser avaliada exclusivamente pela CNEN.

5.2.2. Avaliação da Recomendação: “Que a CNEN e o Consórcio Santa Quitéria (CSQ) apresentem informações sobre o atendimento às exigências contidas nos Pareceres 17/2022 e 19/2022, bem como esclareçam de que forma o balanço de radionuclídeos foi alterado e como essa alteração impacta as modelagens e estudos de impacto radiológico apresentados no EIA.”

Primeiramente é importante destacar que as exigências constantes nos Pareceres Técnicos 19/2022/DIMAP/DRS (Anexo A) e 17/2022/LAB-PROQ-LAPOC/SECTEC/LAPOC/CGRC/DRS (Anexo B) consistem de esclarecimentos e de solicitação de informações complementares para assegurar melhor completeza do documento Relatório de Informações Preliminares (RIP-PSQ R00, encaminhado pela Carta CE-ASCL.P-167/22, conforme Anexo C), mas que não proporcionam quaisquer impactos significativos à avaliação da segurança radiológica da Instalação Minerioindustrial do PSQ. Como principal evidência desse fato, verifica-se que tais exigências não foram definidas como condicionantes para a obtenção da Autorização dessa instalação (denominada Autorização para Posse, Uso e Armazenamento de Minérios, Matérias-Primas e Demais Materiais contendo Radionuclídeos das Séries Naturais do Urânio e/ou do Tório), a qual foi emitida pela CNEN por meio da Resolução 314, de 08/09/23 (Anexo D).

Isto é, apesar de ainda não terem sido encaminhadas à CNEN as informações para atendimento a todas as exigências constantes nos referidos Pareceres Técnicos, tal fato não proporciona quaisquer impactos significativos ao Balanço de Radionuclídeos do PSQ. Nesse contexto, a Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico do PSQ também não está sujeita a quaisquer impactos significativos em função das respectivas informações que são subsidiadas pelo Balanço de Radionuclídeos.

Essas exigências serão atendidas em momento oportuno, conforme a disponibilidade das respectivas informações durante a evolução do PSQ em nível de projeto de engenharia e de licenciamento, ressaltando que algumas delas só estarão disponíveis quando da etapa de operação do empreendimento.

5.2.3. Avaliação da Recomendação: “Que a análise do EIA e definição sobre a viabilidade socioambiental do PSQ pelo IBAMA não seja realizada sem a devida comprovação da validade das modelagens e estudos de impacto radiológico apresentados no atual EIA, considerando as incertezas associadas ao balanço de radionuclídeos.”

Conforme mencionado e justificado anteriormente na Subseção 5.2.2, as exigências constantes nos Pareceres mencionados (19/2022/DIMAP/DRS e 17/2022/LAB-PROQ-LAPOC/SECTEC/LAPOC/CGRC/DRS) não proporcionam quaisquer impactos significativos à

avaliação da segurança radiológica da Instalação Mineroindustrial do PSQ. Isto é, o Balanço de Radionuclídeos (que compõe o Anexo D do documento RIP-PSQ R00, encaminhado pela Carta CE-ASCL.P-167/22, conforme Anexo C) compõe documento robusto no âmbito do licenciamento do PSQ junto à CNEN, não estando sujeito a quaisquer adequações que possam proporcionar a alteração da classificação da Instalação Mineroindustrial como Categoria II, nem que possam afetar os resultados da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico do PSQ.

Nesse sentido, as informações apresentadas no EIA quanto aos impactos radiológicos do PSQ apresentam nível de confiança apropriado para a avaliação da viabilidade ambiental do empreendimento.

5.3. Avaliação da Seção 1.7 do Parecer UFC: “Potenciais Impactos Radiológicos e Deficiências na Modelagem de Impacto Apresentada no EIA”

Essa seção do Parecer UFC apresenta 05 recomendações, avaliadas nas Subseções 5.3.1 a 5.3.5 adiante.

5.3.1. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Que a CNEN exija do Consórcio Santa Quitéria (CSQ) a justificativa técnica para utilização exclusiva de dados meteorológicos do ano de 2014 e para adoção de método alternativo de determinação da estabilidade atmosférica, conforme previsto na Norma CNEN NE 1.22.”

Primeiramente deve-se destacar que os dados meteorológicos que subsidiaram a Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial do PSQ (formalizada pelo documento RT-SQ-03-23 R00, que compõe o Anexo 5.1-3 do EIA) foram obtidos a partir da Estação Itataia, estação meteorológica disponível na época e que se situava na Fazenda Itataia, mas gerenciada pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

Nesse contexto, a justificativa para a utilização dos dados meteorológicos relativos ao ano de 2014 é apresentada no próprio documento que compõe a Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial do PSQ (RT-SQ-03-23 R00), em sua Subseção 5.12, conforme transcrito a seguir:

“Os melhores desempenhos dessa estação ocorreram nos anos de 2006, 2007, 2013, 2014 e 2015, com destaque para o ano de 2014, quando se obteve com 100% de recuperação de dados. Nesse sentido, os dados reportados nesta seção referem-se àqueles relativos ao ano de 2014.”

Isto é, optou-se por utilizar os dados relativos a 2014 pelo fato de que neste ano foi alcançado o nível máximo de recuperação dos resultados de monitoração (contabilizando completeza de 100% dos dados), sem quaisquer perdas de dados ou ocorrências de valores espúrios.

A adoção de um método alternativo de determinação das classes de estabilidade atmosférica é justificada pelo fato de que a Estação Itataia operava com registro de dados a cada 1 h, o que inviabilizava o emprego da metodologia definida na Norma CNEN-NE-1.22 para a determinação dos valores horários das classes de estabilidade, visto que exige registros a cada 20 s (para a determinação do desvio padrão de 180 registros de direção do vento a cada período horário).

Nesse contexto, foi adotada uma modelagem alternativa para a estimativa dos valores das classes de estabilidade (sendo elas as Classes A, B, C, D, E e F), empregando os resultados de demais parâmetros monitorados pela Estação Itataia, além de alguns dados e informações complementares. Isto é, na impossibilidade de empregar a metodologia padrão, adotou-se alternativa admissível para suplementar essa limitação, possibilitando o desenvolvimento da referida modelagem de impacto atmosférico.

É importante ressaltar que o Consórcio Santa Quitéria adquiriu e estruturou uma nova estação meteorológica na Fazenda Itataia, denominada Estação Consórcio, visando ao atendimento pleno dos requisitos definidos na Norma CNEN-NE-1.22. Nesse contexto, a Estação Consórcio, que é gerenciada pelo Consórcio Santa Quitéria, opera com registros a cada 20 s, possibilitando, portanto, a adoção da metodologia padrão prevista nesta norma para a determinação das classes de estabilidade. Assim, após os primeiros 12 meses de seu funcionamento, relativos ao período de 01/05/23 a 30/04/24, foi possível acumular o histórico mínimo de dados para compor a estatística de ventos capaz de subsidiar modelagens de dispersão atmosférica.

Sendo assim, em atendimento às exigências de licenciamento da CNEN constantes no Ofício nº 230/2024-CGRC/DRS/CNEN (Anexo E), referente à análise do Relatório do Local da Instalação de Urânio, a INB realizou a revisão da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação de Urânio do PSQ (documento RT-SQ-04-22 R01, encaminhado pela Carta CE-GEFIS.P/SUNOV.P-354/24, conforme Anexo F). Entre outros ajustes e complementações, foi considerado o emprego dos dados de ventos monitorados pela Estação Consórcio, determinados conforme a metodologia padrão da Norma CNEN-NE-1.22.

No caso da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Minerioindustrial do PSQ, o referido documento (RT-SQ-03-23 R00) ainda se encontra sob avaliação da CNEN, não sendo viável encaminhar qualquer revisão da modelagem antes do término de sua avaliação. Primeiramente porque é improdutivo para o processo de licenciamento encaminhar nova versão de dado documento enquanto o órgão ainda esteja avaliando uma versão anterior. Complementarmente, como em princípio qualquer avaliação pode resultar na solicitação de ajustes e complementações diversos, torna-se necessário aguardar seu término para que o modelo possa

ser revisado de forma única e completa, integrando o atendimento a todas as exigências que possam ser geradas.

De qualquer forma, para elaboração do presente relatório de avaliação do Parecer UFC, o Consórcio Santa Quitéria compôs uma simulação da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Minerointustrial do PSQ para avaliar os efeitos relativos à atualização dos dados meteorológicos relativos às distribuições de ventos (e, de forma coerente, dos dados meteorológicos relativos à precipitação pluviométrica). Os resultados indicam uma redução significativa do nível de exposição (medida pela grandeza Dose Efetiva, na unidade mSv/a) relativo ao grupo populacional mais impactado pelos efluentes atmosféricos do PSQ (chamado de grupo crítico), visto que a Dose Efetiva do grupo crítico estimada a partir da atualização dos dados meteorológicos produziu valor (de 0,0155 mSv/a) muito inferior àquele estimado a partir dos dados não atualizados (de 0,0794 mSv/a, conforme reportado no documento RT-SQ-03-23 R00). Ressalta-se que tal contribuição equivale a uma variação relativa negativa de aproximadamente - 80,5% em relação ao cenário apresentado na versão original do modelo de impacto (constante no documento RT-SQ-03-23 R00).

A justificativa para a redução nos níveis de exposição envolve avaliação técnica específica, mas que procuraremos expor da forma mais simples e breve possível:

- a) A estabilidade atmosférica reflete, entre outros, na forma de propagação dos efluentes atmosféricos, no sentido de que ventos mais estáveis tendem a alastrar menos os efluentes na direção vertical, sendo mais eficientes na propagação dos mesmos na direção do vento (direção horizontal). Em contraposição, devido à maior turbulência do ar, ventos menos estáveis (mais instáveis) tendem a dispersar os efluentes na direção vertical (proporcionando diluição em maiores altitudes na atmosfera), sendo menos eficientes na propagação do efluente na direção do vento, isto é, proporcionando menores concentrações ao longo da propagação do vento (devido, justamente, à maior diluição na direção vertical);
- b) A estabilidade atmosférica é crescente da Classe A para a Classe F, de modo que a Classe A é a menos estável (mais instável), enquanto que a Classe F é a mais estável;
- c) A Tabela 5.3.1-1 a seguir ilustra as proporções globais das classes de estabilidade (integradas em todos os setores da direção do vento e por faixas de velocidade do vento) para as duas situações de interesse: (i) àquela apresentada na atual versão da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Minerointustrial do PSQ (RT-SQ-03-23 R00), que adotou a metodologia alternativa para a determinação das classes de estabilidade atmosférica, por meio dos dados obtidos pela Estação Itataia, e (ii) àquela resultante da simulação de impacto, que

adotou a metodologia padrão definida na Norma CNEN-NE-1.22, por meio dos dados obtidos pela Estação Consórcio. Embora a modelagem de dispersão atmosférica considere as proporções das classes de estabilidade estratificadas por setor da direção do vento e por faixa de velocidade do vento, as proporções globais auxiliam na compreensão qualitativa dos resultados;

Tabela 5.3.1-1 – Proporções Globais das Classes de Estabilidade Atmosféricas

Proporção Global	Metodologia		
	Alternativa	Padrão	
Classe de Estabilidade	A	0,0008	0,3662
	B	0,0512	0,2454
	C	0,2098	0,2926
	D	0,2330	0,0942
	E	0,2003	0,0014
	F	0,3049	0,0002
Total:	1,0000	1,0000	

- d) Verifica-se, a partir dos valores reportados na Tabela 5.3.1-1, que a metodologia alternativa resultou em proporções mais elevadas para as classes associadas à maior estabilidade atmosférica (distribuição com comportamento global crescente de A a F), em contraposição com metodologia padrão, que resultou em proporções mais elevadas para as classes associadas à menor estabilidade atmosférica (distribuição com comportamento global decrescente de A a F);
- e) Dessa forma, a metodologia padrão prevê ventos de menor estabilidade atmosférica (maior instabilidade) e, portanto, de menor eficiência de propagação de efluentes na direção do vento. Essa condição resulta em menores concentrações junto aos grupos populacionais mais expostos (aqueles situados nas direções preferenciais do vento) e, portanto, em um menor impacto radiológico;
- f) Também é importante destacar que, além dos dados associados à distribuição de ventos, foi implementada a atualização do quantitativo anual de dias com chuva (de 47 para 79 dias), parâmetro que contabiliza apenas os dias com precipitação acima de $0,254 \text{ mm} = 0,01''$ e que tem implicação na estimativa de liberação de aerossol resultante da atividade de tráfego de veículos em vias não pavimentadas. Isto é, coerentemente à atualização dos dados meteorológicos relativos à distribuição de ventos, procedeu-se à atualização dos dados meteorológicos relativos à precipitação pluviométrica.

Diante dessas condições, considera-se o seguinte:

- i) **Licenciamento Ibama:** No âmbito do licenciamento ambiental junto ao Ibama, o Consórcio Santa Quitéria considera a modelagem de impacto radiológico apresentada no EIA (RT-SQ-03-23 R00) como apropriada, visto que produz resultado conservativo em relação à avaliação que adota a metodologia padrão da Norma CNEN-NE-1.22 para a determinação das classes de estabilidade atmosférica. Isto é, a avaliação de impacto do EIA não seria comprometida, uma vez que os níveis de exposição estão maximizados. Além disso, visto que a avaliação da modelagem de impacto exige expertise não inerente às equipes técnicas do Ibama, mas àquelas do setor nuclear, é importante que sua possível revisão se dê apenas no âmbito do licenciamento e autorização junto à CNEN;
- ii) **Licenciamento CNEN:** No âmbito do licenciamento nuclear e da autorização minerioindustrial junto à CNEN, a modelagem de impacto radiológico poderá ser revisada em momento oportuno, de acordo com os respectivos trâmites e prazos inerentes a esse rito de licenciamento, mas considerando que essa revisão não será refletida para o licenciamento ambiental junto ao Ibama. Nesse caso, o Consórcio irá aguardar o término da avaliação da modelagem de impacto radiológico pela CNEN para então iniciar os ajustes e complementações resultantes das exigências do órgão.

5.3.2. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “*Que o IBAMA considere a modelagem de impacto radiológico atmosférico da unidade mínero-industrial inconsistente e inadequada para avaliação de impacto ambiental do PSQ.*”

Conforme mencionado adiante na Subseção 5.3.5, e evidenciado nas Seções 5.5.3 e 5.5.4, a Modelagem de Impacto Atmosférico (RT-SQ-03-23 R00) apresentada no EIA compõe um documento robusto tecnicamente, visto que apresenta uma completeza em termos das fontes de liberação de efluentes, das matrizes ambientais e das vias de exposição consideradas. São descritos, de forma detalhada e devidamente justificada, as premissas, considerações, os modelos adotados, as expressões empregadas (incluindo os parâmetros associados a essas expressões), os dados de entrada utilizados e as referências bibliográficas que subsidiaram a escolha tanto das expressões como dos dados de entrada, além da análise dos resultados do modelo.

Conforme resumido adiante na Subseção 5.3.5, por meio da composição de simulações específicas da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Minerioindustrial do PSQ para avaliar os efeitos relativos aos apontamentos constantes no Parecer UFC, verificou-se que não foram alcançados novos resultados que pudessem superar, de forma significativa, aquele reportado na modelagem original constante no EIA. Pelo contrário, as simulações produziram resultados inferiores.

Nesse contexto, o Consórcio Santa Quitéria considera o modelo adequado para a avaliação do impacto radiológico do empreendimento, visto que permite uma previsão do risco radiológico associado ao empreendimento, empregando considerações realistas ou conservativas, de modo a garantir que as incertezas envolvidas na estimativa dos dados não venham proporcionar contribuições que superem as previsões dos riscos reais.

Ressalta-se que a avaliação final quanto à adequação do Modelo de Impacto deve ser sempre atribuída à CNEN, visto compor órgão que dispõe de profissionais com larga experiência no setor nuclear e, portanto, que contam com a expertise adequada para a análise dos requisitos técnicos relativos à segurança radiológica que permeiam o modelo.

5.3.3. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Que o IBAMA solicite que o CSQ realize nova modelagem de impacto radiológico considerando todas as fontes de emissão de radionuclídeos, incluindo as unidades de beneficiamento físico e químico da instalação minero-industrial e suas 28 chaminés emissoras.”

Os Modelos de Impacto Radiológico Atmosférico do PSQ (apresentados nos documentos RT-SQ-03-23 R00 e RT-SQ-04-22 R01) consideraram uma pluralidade de tipos de fontes de emissão de efluentes atmosféricos do empreendimento, de modo a assegurar sua completeza em relação à liberação de radionuclídeos para o meio ambiente pela via atmosférica. Para evidenciar essa condição, a Tabela 5.3.3-1 a seguir resume as emissões de radionuclídeos avaliadas no modelo, conforme (i) a instalação considerada (seja a Instalação Mineroindustrial ou a Instalação de Urânio), (ii) as áreas de origem dos efluentes (sendo elas a Mina Itataia, a Unidade de Britagem, o Pátio de Homogeneização, a Pilha de Estéril, a Pilha de Fosfogesso e Cal e a chaminé da Unidade de Precipitação de Urânio), (iii) os tipos de efluentes contendo radionuclídeos, seja na forma de aerossol (na qual os radionuclídeos estão associados ao material particulado disperso no ar) ou de radônio (na qual os radionuclídeos se encontram em forma essencialmente gasosa), e (iv) as atividades produtivas (geradoras de poeiras fugitivas) e os efeitos passivos (como erosão eólica e exalação de radônio) que são responsáveis pela geração desses efluentes, portanto, que compõem as fontes de liberação desses efluentes. Verifica-se que foram considerados um total de 24 diferentes tipos de fontes de efluentes atmosféricos contendo radionuclídeos, abrangendo todas as contribuições relevantes de uma instalação mineroindustrial que processa minério com urânio associado.

Tabela 5.3.3-1 – Fontes de Radiação do Modelo de Impacto Radiológico do PSQ

Instalação	Fonte	Efluente	Atividade
Instalação Mineroindustrial	Mina Itataia	Aerossol	Perfuração
			Desmonte
			Carregamento na Mina
			Tráfego de Veículos na Mina
		Radônio	Exalação na Mina Itataia
	Unidade de Britagem	Aerossol	Descarregamento na Pilha Pulmão de Minério
			Carregamento na Pilha Pulmão de Minério
			Descarregamento no Britador Primário
			Britagem
			Classificação
			Transferência na Unidade de Britagem
			Erosão Eólica na Unidade de Britagem
	Radônio	Exalação na Unidade de Britagem	
	Pátio de Homogeneização	Aerossol	Transferência no Pátio de Homogeneização
			Erosão Eólica no Pátio de Homogeneização
		Radônio	Exalação no Pátio de Homogeneização
	Pilha de Estéril	Aerossol	Tráfego de Veículos na Pilha de Estéril
			Descarregamento na Pilha de Estéril
Espalhamento na Pilha de Estéril			
Erosão Eólica na Pilha de Estéril			
Radônio		Exalação na Pilha de Estéril	
Pilha de Fosfogesso e Cal	Aerossol	Erosão Eólica na Pilha de Fosfogesso e Cal	
	Radônio	Exalação na Pilha de Fosfogesso e Cal	
Instalação de Urânio	Unidade de Precipitação de Urânio	Aerossol	Secagem / Calcinação

Nesse contexto, é importante ressaltar que o Modelo de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial do PSQ (RT-SQ-03-23 R00) desconsidera o emprego de diversos controles de engenharia usuais que serão aplicados para mitigar a emissão de poeiras fugitivas nas atividades produtivas do PSQ, proporcionando estimativas conservativas de exposição radiológica (maiores níveis exposições do que no caso das estimativas mais realistas, isto é, daquelas que seriam obtidas considerando a aplicação de tais controles) e não dependentes das eficiências desses controles.

No caso do Modelo de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação de Urânio do PSQ (RT-SQ-04-22 R01), no qual a fonte consiste de uma chaminé de uma instalação industrial (a Unidade de Precipitação de Urânio), os controles de engenharia para liberação de efluentes (ex.: filtros de manga e filtro absoluto de alta eficiência) foram considerados na avaliação de impacto, visto que seu funcionamento é inerente ao processo produtivo e, assim, não podem ser “desligados”. Ressalta-se que, embora o modelo relativo à Instalação Mineroindustrial não avalie diretamente

essa chaminé, incorpora (conforme descrito em sua Subseção 5.19.1) os resultados do modelo relativo à Instalação de Urânio (apresentados na primeira versão desse modelo, RT-SQ-04-22 R00, que compõe o Anexo J do documento RLOC-PSQ R01, encaminhado pela Carta CE-ASCL.P-233/22, conforme Anexo F), de modo que essa fonte é abordada de forma indireta.

Quanto à avaliação de demais fontes possivelmente situadas na Usina de Beneficiamento do PSQ, cabe reproduzir a seguir o texto apresentado no tópico (Obs3) da Seção 5.2 do Modelo de Impacto da Instalação Minerointustrial (RT-SQ-03-23 R00), com enfoque no trecho sublinhado:

“As atividades de beneficiamento físico e químico posteriores ao Pátio de Homogeneização são realizadas nas instalações industriais da Planta de Beneficiamento do PSQ, que contam com diversos controles de engenharia (ex.: ciclones, filtros de mangas, lavadores de gases e filtros absolutos de alta eficiência) para assegurar a retenção de material particulado e de quaisquer efluentes atmosféricos contendo radionuclídeos. E, no caso de estoques de produtos intermediários contendo radionuclídeos (ex.: concentrado fosfático), as pilhas de material estarão localizadas no interior de galpões (protegidas, portando, da ação dos ventos), além do que tais materiais contarão com nível de umidade significativo (superior a 15%), não estando susceptíveis à geração de aerossol por meio da atividade de descarregamento (em silo específico, por meio de pá carregadeira) ou do efeito de erosão eólica. Dessa forma, não foi identificada, nas instalações da Usina de Beneficiamento, qualquer atividade adicional (além daquelas relativas ao Pátio de Homogeneização, já indicadas anteriormente nos tópicos (l) e (m)) que possa gerar níveis significativos de efluentes atmosféricos contendo radionuclídeos.”

Dando um enfoque especial às 28 chaminés das instalações previstas para o PSQ, são apresentadas suas principais características e relação com as modelagens de impacto:

- a) **Preparo de Reagentes:** 06 chaminés estão associadas à estocagem de insumos (ex.: amônia) ou ao preparo de reagentes (ex.: cal e ácido sulfúrico) a partir de insumos e matérias primas isentos de radionuclídeos. Nesse sentido, tais chaminés não são consideradas em qualquer modelagem de impacto radiológico;
- b) **Liberação de Vapor D'água:** 05 chaminés estão associadas à liberação apenas de vapor d'água. Nesse sentido, tais chaminés não são consideradas em qualquer modelagem de impacto radiológico;
- c) **Produtos de Combustão:** 02 chaminés estão associadas à liberação apenas de produtos de combustão de materiais isentos de radionuclídeos (ex.: coque de petróleo, combustível da caldeira). Nesse sentido, tais chaminés não são consideradas em qualquer modelagem de impacto radiológico;

- d) **Produtos Fosfatados:** 11 chaminés estão associadas à produção de produtos fosfatados a partir de matérias-primas e de produtos intermediários de processo isentos de radionuclídeos. De fato, no caso dos produtos intermediários, estes se referem a etapas de processo posteriores àquelas de purificação do ácido fosfórico, que eliminam os radionuclídeos e outras impurezas oriundas do minério. Nesse sentido, tais chaminés não são consideradas em qualquer modelagem de impacto radiológico;
- e) **Britagem de Minério:** 01 chaminé está associada à etapa de britagem do minério, sendo empregados controles de engenharia para minimizar a liberação de material particulado nos efluentes atmosféricos (filtros de manga). Mas, nesse caso, deve-se ressaltar que a respectiva atividade geradora de aerossol foi considerada na Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial (RT-SQ-03-23 R00), estando listada na Tabela 5.3.3-1 apresentada anteriormente. Por outro lado, conforme descrito anteriormente no texto subsequente a essa tabela, os respectivos controles de engenharia foram desconsiderados na avaliação de impacto. Portanto, a contribuição relativa a essa chaminé já está contemplada na avaliação de impacto, além do que é abordada de forma conservativa;
- f) **Unidade de Precipitação de Urânio:** 01 chaminé da Unidade de Precipitação de Urânio foi considerada, de forma direta, no Modelo de Impacto da Instalação de Urânio (RT-SQ-04-22 R00 ou RT-SQ-04-22 R01, conforme a respectiva versão considerada) e, de forma indireta, no Modelo de Impacto da Instalação Mineroindustrial (RT-SQ-03-23 R00). Mesmo compondo uma fonte insignificante em termos de efluentes atmosféricos devido aos controles de engenharia inerentes ao processo produtivo (sendo eles filtros de mangas e filtro absoluto de alta eficiência), essa chaminé teve que ser considerada no Modelo de Impacto da Instalação de Urânio pelo fato de que irá compor a única fonte de efluentes atmosféricos dessa instalação. E sua contribuição insignificante fica evidente na Subseção 5.19.1 do documento RT-SQ-03-23 R00, onde a composição do nível de exposição associado à Instalação de Urânio não é capaz de proporcionar qualquer acréscimo mensurável ao nível de exposição associado à Instalação Mineroindustrial (visto que, em termos de Algarismos Significativos, a contribuição associada à Instalação de Urânio seria inferior ao algarismo duvidoso da contribuição associada à Instalação Mineroindustrial);
- g) **Chaminés da Calcinação:** 02 chaminés da Unidade de Calcinação estão associadas ao processamento de minério na forma seca, de modo que, em princípio, teriam o potencial de proporcionar a liberação de radionuclídeos. No entanto, de forma semelhante àquela descrita anteriormente no tópico (f) para a Unidade de Precipitação de Urânio, a Unidade de Calcinação irá contar com controles de engenharia inerentes ao processo produtivo (sendo eles ciclone e filtros de mangas), de modo que não é esperado que essas chaminés possam compor fontes

relevantes de radionuclídeos, conforme argumentação apresentada anteriormente no texto reproduzido da Seção 5.2 do documento RT-SQ-03-23 R00. Sendo assim, essas chaminés não foram consideradas na Modelagem de Impacto da Instalação Mineroindustrial do PSQ.

Isto é, das 28 chaminés previstas para o PSQ, 24 estarão associadas a emissões isentas de radionuclídeos, portanto não proporcionarão quaisquer impactos radiológicos à população e ao meio ambiente, 02 (da Unidade de Britagem e da Unidade de Precipitação de Urânio) já estão contempladas nas modelagens de impacto (embora a chaminé da Unidade de Britagem não seja abordada de forma explícita, a liberação do respectivo efluente é considerada) e 02 (da Unidade de Calcinação) não estão contempladas nas modelagens por se considerar que não irão compor fontes relevantes.

Em resumo, a Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial (RT-SQ-03-23 R00) foi estruturada de forma a apresentar uma completeza em relação à avaliação das fontes de liberação de radionuclídeos via efluentes atmosféricos do PSQ, sem desprezar possíveis fontes relevantes.

De qualquer forma, para elaboração do presente relatório de avaliação do Parecer UFC, o Consórcio Santa Quitéria compôs uma simulação da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial do PSQ para avaliar as contribuições adicionais das chaminés da Unidade de Calcinação, cumulativamente à atualização dos dados meteorológicos (descrita anteriormente na Subseção 5.3.1). Os resultados dessa simulação indicam um leve acréscimo no nível de exposição, visto que a Dose Efetiva do grupo crítico incluindo essas fontes de efluentes produziu valor (de 0,0160 mSv/a) levemente superior àquele estimado na sua ausência (de 0,0155 mSv/a, conforme mencionado anteriormente na Subseção 5.3.1). Ressalta-se que tal contribuição equivale a uma variação relativa positiva de aproximadamente 3,4% em relação ao cenário que não considera essas chaminés (mas que inclui a atualização dos dados meteorológicos), mas a uma variação relativa negativa de - 79,9% em relação ao cenário apresentado na versão original do modelo de impacto (constante no documento RT-SQ-03-23 R00, que não considera a atualização dos dados meteorológicos).

5.3.4. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “*Que essa nova modelagem inclua no estudo todas as vias de exposição relevantes para a população local, com especial atenção ao consumo de água dos açudes e cisternas, bem como à ingestão de peixes e seus respectivos processos de bioacumulação e biomagnificação.*”

Para fundamentar essa recomendação, o Parecer da UFC considera duas diferentes fontes de água para utilização e consumo pela população: (i) água de açudes locais, incluindo o consumo de peixes

desses açudes, e (ii) água de cisternas de placas. Assim, são apresentadas a seguir abordagens específicas para cada uma dessas fontes.

Açudes: Em relação aos açudes, é proposto no Parecer da UFC que sejam consideradas as vias de exposição relativas à deposição de aerossol (material particulado em suspensão no ar, contendo radionuclídeos) sobre a área de captação dos açudes, seja por via seca (deposição direta) ou úmida (pela ação de chuvas), com a coleta desse material no reservatório dos açudes e a subsequente exposição da população devido aos usos desses líquidos (incluindo o consumo de peixes desse açude). Assim, em relação à utilização da água de açudes locais, são apresentadas as seguintes considerações:

- a) **Ausência de Efluentes Líquidos:** As vias de exposição associadas ao consumo de água seriam relevantes apenas no caso de cenários de liberação de efluentes líquidos do PSQ, quando os líquidos contendo radionuclídeos poderiam se misturar à água do açude e proporcionar acréscimos relevantes de radionuclídeos nas matrizes ambientais. Assim, tais acréscimos de concentração poderiam ocasionar níveis significativos de exposição da população, principalmente resultantes da incorporação de radionuclídeos de forma direta, por meio de ingestão de água dos açudes, ou de forma indireta, por meio de ingestão de peixes ou de produtos agropecuários resultantes da irrigação com essa água (ex.: ingestão de vegetais irrigados com esses líquidos, e ingestão de leite de gado alimentado por pasto irrigado com esses líquidos). Ocorre que, conforme apresentado e justificado na Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico (RT-SQ-03-23 R00) e no próprio EIA (EIA 2023), o PSQ irá operar em circuito fechado de líquidos, de modo a não proporcionar quaisquer liberações de efluentes líquidos para o meio ambiente. Sendo assim, não se torna aplicável para o PSQ o desenvolvimento de qualquer Modelagem de Impacto Radiológico Via Água de Superfície;
- b) **Contribuição Insignificante:** Em alguns casos, as modelagens de impacto radiológico existentes (definidas por referências bibliográficas e/ou integrantes de *softwares* de estimativa de impacto) consideram a possibilidade de deposição de efluentes atmosféricos contendo radionuclídeos sobre corpos d'água tipo reservatórios (como açudes), com o objetivo de potencializar os impactos em algumas matrizes inerentes à via atmosférica (ex.: vegetais e pasto, que além da contribuição relativa à deposição de poeira sobre os vegetais e solo, podem sofrer influências por meio do processo de irrigação) e de incluir algumas matrizes ambientais exclusivas da via aquática (ex.: sedimento e peixe). No entanto, nesses casos as contribuições relativas à via aquática demonstram-se sempre muito inferiores àquelas relativas à via atmosférica, em função de efeitos que promovem concentrações de radionuclídeos muito reduzidas na fração solúvel do líquido do reservatório (fração passível de ingestão), como: (i) diluição em um volume expressivo de líquido (volume do reservatório), (ii) sedimentação de

material particulado no sedimento do reservatório e (iii) fração dos radionuclídeos que não se solubiliza (permanece aderida à fração particulada em suspensão no líquido). Isto é, devido às concentrações reduzidas, os impactos resultantes da utilização dos líquidos do reservatório (basicamente ingestão direta de líquido, somada a contribuições secundárias, como ingestão de peixe e aquelas resultantes do uso desse líquido em irrigação), demonstram-se sempre muito inferiores aos impactos inerentes à via atmosférica (principalmente inalação, somada a contribuições complementares resultantes de deposição em vegetais e solo). Isto é, mesmo que alguns modelos de impacto existentes prevejam vias de exposição relacionadas à deposição de aerossol (material particulado em suspensão no ar) sobre corpos d'água tipo reservatórios, trata-se de um preciosismo técnico visando basicamente assegurar a completeza conceitual do modelo, já que proporciona contribuição desprezível para o resultado global da modelagem. Nesse sentido, ao se considerar que a atual modelagem já apresenta uma completeza de vias de exposição inerentes à via atmosférica, conforme ilustrado na Figura 5.3.4-1 a seguir (que reproduz a Figura 5.4-3 do documento RT-SQ-03-23 R00), a inclusão de contribuições adicionais relativas à deposição de aerossol em açudes iria apenas onerar a atual modelagem, aumentando sua complexidade e proporcionando esforço e tempo desnecessários para sua revisão, sem qualquer benefício significativo ao resultado global;

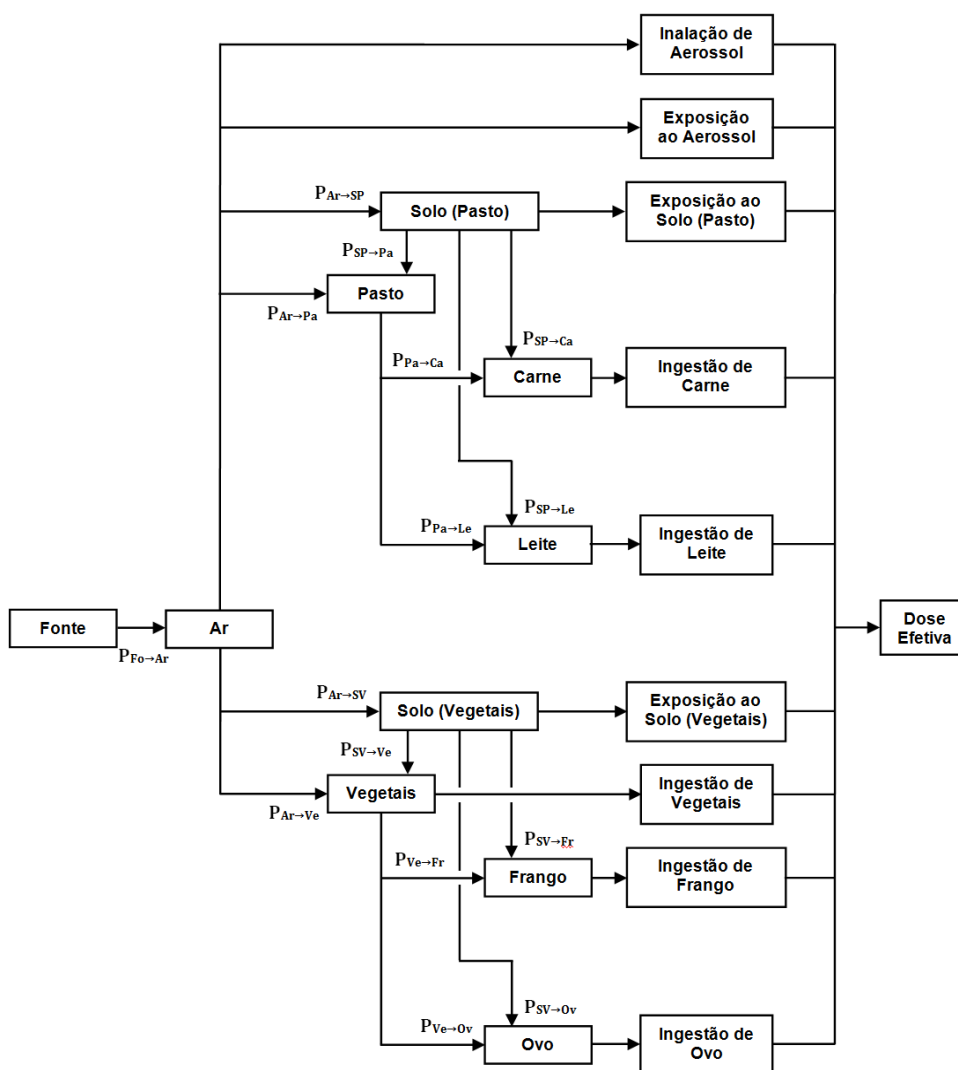


Figura 5.3.4-1 – Diagrama esquemático da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico, ilustrando a completude de vias de exposição consideradas.

c) **Uso Restrito:** Dos diversos grupos populacionais existentes nas circunvizinhanças da Fazenda Itataia (propriedade onde o PSQ estará situado), identificou-se que apenas a Comunidade Morrinhos dispõe de um reservatório que pode ser empregado para o uso em atividades rurais, como irrigação e dessedentação animal. Nesse sentido, a inclusão das vias de exposição adicionais associadas à água de superfície, resultantes da deposição de aerossol sobre corpos d'água, seria aplicável apenas para essa comunidade, mas não para as demais. Isto é, independente da relevância ou não de inclusão das contribuições associadas a açudes, a modelagem possui completude em relação às vias de exposição associadas à dispersão atmosférica para praticamente todas os grupos populacionais. Considerando então a irrelevância dessas contribuições, conforme descrito e justificado anteriormente no tópico (b), sua inclusão torna-se ainda menos justificável (aumento de complexidade do modelo, com conseqüente

esforço e tempo de revisão, aplicável a apenas uma comunidade, sem proporcionar qualquer contribuição significativa).

Cisternas: A cisterna de placas consiste de tecnologia amplamente empregada na região, na qual a precipitação pluviométrica que incide sobre os telhados das residências é coletada em cisternas individuais, de modo a permitir o aproveitamento da água de chuva para usos domésticos. Sendo assim, é proposto que seja considerada a via de exposição relativa à deposição de aerossol (material particulado em suspensão no ar, contendo radionuclídeos) sobre o telhado de residência, seja por via seca (deposição direta) ou úmida (pela ação da própria chuva), com a coleta desse material na cisterna e a subsequente exposição da população devido aos usos desses líquidos, basicamente ingestão. Assim, em relação à utilização da água de cisternas de placas, são apresentadas as seguintes considerações:

- d) **Modelo Inexistente:** Devido à especificidade dessa tecnologia, nenhuma das modelagens de impacto radiológico existentes contemplam essa via de exposição, de modo que, para sua inclusão nos modelos de impacto radiológico do PSQ, seria necessário primeiramente compor um modelo específico. E, como esse modelo não estaria respaldado em modelagens validadas de referência, de forma que seu resultado poderia ser questionado (inclusive pela CNEN). Dessa forma, a via de exposição associada ao emprego de cisternas de placas não foi considerada na Modelo de Impacto Radiológico Atmosféricos da Instalação Mineroindustrial do PSQ (RT-SQ-03-23 R00);
- e) **Simulação Viável:** Por outro lado, entende-se que essa via de exposição é representativa das condições locais, além do que pode proporcionar contribuições não desprezíveis ao resultado global. Sendo assim, para permitir uma simulação dos níveis de exposição da população devido a essa via, e para esclarecimento da recomendação do Parecer UFC, foi estruturado um modelo simplificado baseado: (i) na deposição anual de aerossol sobre o telhado da residência, (ii) na diluição desse material depositado no volume anual de precipitação incidente sobre o telhado e (iii) na utilização desse líquido para ingestão direta pela população local. Também foram adotados requisitos conservativos, (iv) ao se considerar esse líquido como fonte exclusiva de água para ingestão, além de (v) adotar a completa solubilidade dos radionuclídeos presentes no aerossol (visto que apenas os radionuclídeos presentes na fração solúvel contribuem para a ingestão, já que aqueles presentes na fração particulada seriam eliminados no processo simplificado de filtração doméstica). A partir desse modelo simplificado e conservativo, o Consórcio Santa Quitéria compôs uma simulação da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial do PSQ para avaliar os efeitos relativos à via de exposição associada às cisternas de placas, independentemente da situação inconveniente descrita anteriormente tópico (d). Os resultados dessa simulação, cumulativamente às

contribuições adicionais das chaminés da Unidade de Calcinação (descrita anteriormente na Subseção 5.3.3) e à atualização dos dados meteorológicos (descrita anteriormente na Subseção 5.3.1), indicam um acréscimo não desprezível no nível de exposição, visto que a Dose Efetiva do grupo crítico incluindo essa via de exposição produziu valor (de 0,0187 mSv/a) superior àquele estimado na sua ausência (de 0,0160 mSv/a, conforme mencionado anteriormente na Subseção 5.3.3). Ressalta-se que tal contribuição equivale a uma variação relativa positiva de aproximadamente 17,0% em relação ao cenário na ausência dessa via de exposição, mas incluindo a atualização dos dados meteorológicos e a contribuição das chaminés da Unidade de Calcinação, mas a uma variação relativa negativa de - 76,4% em relação ao cenário apresentado na versão original do modelo de impacto apresentada no EIA (constante no documento RT-SQ-03-23 R00, que não inclui a atualização dos dados meteorológicos nem a contribuição das chaminés).

5.3.5. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Que o IBAMA e a CNEN avaliem tecnicamente a adequação dos modelos utilizados e determinem a necessidade de reavaliação dos impactos radiológicos, considerando as fragilidades metodológicas apontadas.”

Conforme descrito anteriormente na Subseção 5.3.2, a Modelagem de Impacto Atmosférico (RT-SQ-03-23 R00) apresentada no EIA compõe um documento robusto tecnicamente, visto que apresenta uma completeza em termos das fontes de liberação de efluentes, das matrizes ambientais e das vias de exposição consideradas.

Foram apresentadas anteriormente, nas Subseções 5.3.1 a 5.3.4, avaliações quanto à aplicação dos apontamentos elencados na Subseção 1.7.4 do Parecer UFC. Destes, apenas aquele relativo à inclusão de vias de exposição resultantes da deposição de aerossol (material particulado em suspensão no ar, contendo radionuclídeos) sobre a área de captação dos açudes, avaliado anteriormente na Subseção 5.3.4, foi considerado não aplicável. Assim, em relação aos demais, foram compostas simulações para verificar as contribuições que proporcionariam ao resultado global da modelagem.

Nesse caso, a Tabela 5.3.5-1 a seguir resume os resultados da Modelagem de Impacto Radiológico Atmosférico da Instalação Mineroindustrial do PSQ (por meio da grandeza Dose Efetiva, em mSv/a) para simulações sucessivas, na qual uma dada simulação inclui, além da contribuição de interesse, as contribuições consideradas nas simulações precedentes. São apresentadas as variações relativas do resultado de uma simulação em relação à respectiva simulação precedente, e da variação relativa global, isto é, em relação à versão original da modelagem (aquela apresentada no documento RT-SQ-03-23 R00). Também são apresentadas as frações que os resultados das

simulações representam dos respectivos Níveis de Referência constantes na Norma CNEN-NN-3.01, sendo eles (i) o Limite Normativo para o Indivíduo do Público, de 1,00 mSv/a, e (ii) a Restrição de Dose, valor mais restritivo de 0,30 mSv/a.

Tabela 5.3.5-1 – Resultados das Simulações de Modelagem para Diferentes Contribuições

Modelo / Contribuição	Dose Efetiva (mSv)	Variação Relativa	Variação Relativa Global	Fração do Limite Normativo ^[1]	Fração da Restrição de Dose ^[2]
Versão Original (RT-SQ-03-23 R00)	0,0794	-	-	7,9%	26,5%
Atualização de Dados Meteorológicos (Período de 01/05/23 a 30/04/24)	0,0155	-80,5%	-80,5%	1,5%	5,2%
Inclusão de Fontes (Chaminés da Unidade de Calcinação)	0,0160	3,4%	-79,9%	1,6%	5,3%
Inclusão de Via de Exposição (Consumo de Água de Cisternas de Placas)	0,0187	17,0%	-76,4%	1,9%	6,2%

^[1] Valor definido na Norma CNEN-NN-3.01, relativo à exposição de indivíduos do público, de 1,00 mSv/a.

^[2] Valor definido na Norma CNEN-NN-3.01, relativo à exposição de indivíduos do público, de 0,30 mSv/a.

Verifica-se, a partir desses dados que:

- a) Conforme descrito anteriormente na Subseção 5.3.1, a atualização dos dados meteorológicos (incluindo o emprego da metodologia padrão definida na Norma CNEN-NE-3.01 para a determinação das classes de estabilidade atmosféricas) proporcionou a alteração mais relevante ao resultado da Modelagem de Impacto Radiológico do PSQ, mas nesse caso deve-se ressaltar que essa alteração se refere a uma redução expressiva na estimativa dos níveis de exposição da população circunvizinha ao empreendimento (variação relativa negativa de - 80,5%);
- b) Conforme descrito anteriormente na Subseção 5.3.3, a simulação de inclusão de fontes adicionais (sendo elas as chaminés da Unidade de Calcinação) proporcionou alteração pouco relevante em relação ao cenário na ausência dessas fontes (variação relativa positiva de 3,4%), de modo que a alteração global (em relação à versão original da modelagem, apresentada no documento RT-SQ-03-23 R00) resulta em uma redução expressiva dos níveis de exposição da população (variação relativa negativa de - 79,9%);
- c) Conforme descrito anteriormente na Subseção 5.3.4, a simulação de inclusão de vias de exposição adicionais (relativas ao consumo de água de cisternas de placas) proporcionou alteração relevante em relação ao cenário na ausência dessa via (variação relativa positiva de 17,0%), no entanto a alteração global (em relação à versão original da modelagem, apresentada no documento RT-SQ-03-23 R00) ainda resulta em uma redução expressiva dos níveis de exposição da população (variação relativa negativa de - 76,4%);

d) Em quaisquer cenários, os resultados da modelagem de impacto obedecem aos respectivos Níveis de Referência constantes na Norma CNEN-NN-3.01, visto que as estimativas de impacto radiológico resultam em frações reduzidas tanto do Limite Normativo para o Indivíduo do Público como da Restrição de Dose.

Diante dessas condições, considera-se o seguinte:

- i) **Licenciamento Ibama:** No âmbito do licenciamento ambiental junto ao Ibama, a modelagem de impacto radiológico apresentada no EIA (RT-SQ-03-23 R00) é considerada pelo Consórcio Santa Quitéria como apropriada, visto que produz resultado conservativo em relação às simulações para a avaliação das contribuições apontadas no Parecer UFC. Isto é, a avaliação de impacto do EIA não seria comprometida visto que os níveis de exposição estão maximizados. Além disso, visto que a avaliação da modelagem de impacto exige expertise não inerente às equipes técnicas do Ibama, mas àquelas do setor nuclear, sua possível revisão deve ocorrer apenas no âmbito do licenciamento e da autorização junto à CNEN;
- ii) **Licenciamento CNEN:** No âmbito do licenciamento nuclear e da autorização mineroindustrial junto à CNEN, a modelagem de impacto radiológico poderá ser revisada em momento oportuno, de acordo com os respectivos trâmites e prazos inerentes a esse rito de licenciamento, mas considerando que essa revisão não será refletida para o licenciamento ambiental junto ao Ibama. Nesse caso, o Consórcio irá aguardar o término da avaliação do documento RT-SQ-03-23 R00 pela CNEN para então iniciar os ajustes e complementações na modelagem de impacto resultantes das exigências do órgão.

Em resumo, de acordo com o Consórcio Santa Quitéria, o modelo é considerado adequado para a avaliação do impacto radiológico do empreendimento, visto que permite uma previsão do risco radiológico associado ao empreendimento, empregando considerações realistas ou conservativas, de modo a garantir que as incertezas envolvidas na estimativa dos dados não venham proporcionar contribuições que superem as previsões dos riscos reais.

5.4. Avaliação da Seção 1.8 do Parecer UFC: “Análise dos Planos de Licenciamento Nuclear”

Essa seção do Parecer UFC apresenta 09 recomendações, avaliadas nas Subseções 5.4.1 a 5.4.9 adiante.

5.4.1. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Exigir do empreendedor a revisão da periodicidade do monitoramento ambiental para uma frequência mínima mensal, visando maior controle e detecção precoce de impactos ambientais.”

A definição da frequência de monitoração trimestral para a grande maioria das matrizes e dos pontos de monitoração (incluindo as matrizes diretamente mencionados no Parecer UFC, sendo elas água de superfície, radiação ambiente e radônio no ar) se encontra devidamente justificada na Seção 7.4 do PMRA-PO (PG-SQ-01 R01, que compõe o Anexo 5.1-2 do EIA). Tal frequência corresponde à obtenção de 04 resultados por ano, tanto para as concentrações de radionuclídeos como para os demais parâmetros monitorados em conjunto (ex.: parâmetros físico-químicos e espécies estáveis, no caso de amostras de água subterrânea e de superfície, e concentração de particulado no ar, no caso de aerossol).

A frequência de monitoração trimestral permite compor históricos de dados adequados para a fase pré-operacional do PSQ, compondo um quantitativo de resultados que permitem a devida caracterização dos níveis de radioatividade pré-existent na área da Fazenda Itataia e nas circunvizinhanças que apresentam potencial risco de exposição resultante das futuras atividades produtivas do PSQ. De fato, considerando que o PMRA-PO possui uma duração mínima de 02 anos, é previsto um quantitativo mínimo de (04 amostras/ano x 02 anos) 08 resultados por ponto de monitoração e parâmetro monitorado. Considerando ainda que o PMRA-PO já ultrapassou essa duração e não tem previsão de término, o histórico de resultados torna-se ainda mais robusto.

Tal frequência também será adequada para a fase operacional do PSQ, visto que nesse caso o histórico cresce continuamente com os anos de operação do empreendimento, proporcionando um quantitativo expressivo de resultados (em 20 anos de operação, teríamos 04 amostras/ano x 20 anos = 80 resultados por ponto de monitoração e parâmetro monitorado).

A frequência trimestral permite inclusive verificar possíveis comportamentos sazonais dos parâmetros monitorados, como variação com as estações do ano e variação entre as estações seca e chuvosa.

Devido à sua pertinência, as frequências de monitoração propostas no PMRA-PO (PG-SQ-01 R01) foram aceitas na avaliação do documento pela CNEN. Da mesma forma, tal frequência também é empregada em programas de monitoração ambiental de outras unidades do setor nuclear, como a Unidade de Concentração de Urânio (URA) e a Unidade em Descomissionamento de Caldas (UDC).

De fato, quase sempre os parâmetros ambientais apresentam relativa estabilidade em seus resultados, no sentido de que normalmente flutuam dentro de faixas de valores bem definidas, não

apresentando picos fora dessa faixa. Nesse contexto, mesmo quando da fase operacional, a frequência trimestral se demonstra adequada para assegurar a monitoração e o controle ambiental.

É importante ressaltar que, quando o PMRA-PO é avaliado de forma global, incluindo suas diversas matrizes ambientais, parâmetros analíticos, pontos de monitoração e frequências de monitoração, obtém-se números expressivos anuais, como: (i) 405 amostras, (ii) 2.127 resultados de radionuclídeos (sendo eles: U-nat, Th-230, Ra-226, Pb-210, Th-232 e Ra-228), (iii) 990 resultados de espécies estáveis (sendo elas: Al, Ca, Fe, Mg, Mn, Na, F⁻¹, PO₄⁻³ e SO₄⁻²), (iv) 442 resultados de parâmetros físico-químicos (sendo eles: nível estático, pH e condutividade elétrica), (v) 40 resultados de radônio no ar (Rn-222) e (vi) 40 resultados de radiação ambiente.

Esses quantitativos expressivos exigem uma estrutura igualmente expressiva de: (i) recursos humanos (ex.: técnicos amostristas, profissionais diversos para gerenciamento e acompanhamento das amostragens e análises etc.), (ii) recursos materiais (ex.: amostradores de aerossol, veículos de transporte, utensílios e insumos diversos para amostragem, preparação e conservação de amostras etc.), (iii) contratações de serviços (ex.: laboratórios de análise, operação e manutenção da estação meteorológica etc.) e (iv) logísticas diversas (ex.: execução das amostragens, conservação e preparação de amostras, transporte de amostras para laboratórios de análise etc.). Isto é, visto que essa estrutura e os respectivos investimentos e custos são proporcionais ao dimensionamento do PMRA-PO, qualquer proposição de ajuste do programa, como incremento da frequência de monitoração, deve estar muito bem fundamentada tecnicamente para que possa se justificar perante de uma avaliação de custo-benefício.

Em resumo, a frequência de monitoração trimestral demonstra-se adequada tecnicamente, não havendo fundamentação para sua alteração.

5.4.2. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Solicitar detalhamento das medidas específicas de proteção radiológica para os trabalhadores expostos, incluindo protocolos de higienização prévia e procedimentos operacionais nas áreas de manutenção.”

Em consonância com a atual fase do rito de licenciamento ambiental do PSQ, a solicitação de Licença Prévia, a descrição do empreendimento e dos controles a serem apresentados no EIA devem abordar informações apenas em nível conceitual, sem a necessidade de maior detalhamento de engenharia ou dos respectivos procedimentos operacionais. De fato, o projeto em nível conceitual permite uma avaliação dos riscos associados ao empreendimento, próprios para a definição dos sistemas e dos programas de controle, compondo um embasamento para avaliação da viabilidade do projeto.

Após a obtenção da Licença Prévia, o projeto pode evoluir em nível de detalhamento de informação, a partir de projetos de engenharia em nível básico, o que permite a definição precisa dos sistemas de controle e respectivos procedimentos operacionais. De fato, dependendo dos modelos de equipamentos a serem empregados, estes podem ou não contar com controles inerentes em relação à exposição do trabalhador ou do meio ambiente, o que define a necessidade ou não de estabelecer procedimentos operacionais complementares para suprir deficiências nos controles.

Assim, em um dos exemplos apontados na Subseção 1.8.4 do Parecer UFC, é mencionado o acúmulo de finos de minério no interior de certos tipos de equipamentos enclausurados (como aqueles da Unidade de Britagem), o que poderia causar exposição radiológica de trabalhadores envolvidos na manutenção desses equipamentos, tanto exposição externa (devido ao nível de radiação desse material) como exposição interna (maior risco de geração de aerossol pela ressuspensão de finos, com possibilidade de inalação pelos trabalhadores) e contaminação (resultante de sujeira do corpo e vestimentas com os finos de minério). Nesse caso, o Parecer UFC aponta a possibilidade de lavagem prévia para remoção dos finos. Em relação a esse tema, os controles operacionais serão definidos conforme os controles de engenharia inerentes ao equipamento. Por exemplo, em um cenário no qual o equipamento permita a remoção do material acumulado em seu enclausuramento sem a necessidade de acesso de trabalhadores ao seu interior, os procedimentos operacionais podem ser flexibilizados em relação a um cenário no qual esse controle não exista. Sendo assim, somente em etapas posteriores do rito de licenciamento será possível obter as informações suficientes para que possam ser estabelecidos os respectivos procedimentos operacionais.

Ou seja, em relação às situações não rotineiras de manutenção, os controles ocupacionais serão definidos apenas em etapas posteriores do rito de licenciamento, pois somente nessas etapas será possível obter o nível adequado de informação para subsidiar a composição dos procedimentos operacionais. Portanto, não cabe proceder à revisão do EIA em função desse tipo de informação.

Em relação às situações rotineiras de operação e produção do PSQ, os controles radiológicos ocupacionais encontram-se descritos no Subitem 9.5.3.6.3 (Síntese dos Controles Radiológicos do PPRO) do Volume I (Caracterização de Empreendimento) do EIA.

Ressalta-se que, tendo em vista que o detalhamento dos controles radiológicos para trabalhadores consiste de um tema inerente ao licenciamento junto à CNEN, foram encaminhado o Plano de Proteção Radiológica Ocupacional (PPRO) relativos à Instalação Mineroindustrial conforme exigido na Norma CNEN-NN-4.01. Com relação à Instalação de Urânio, os procedimentos ocupacionais operacionais serão apresentados na fase de solicitação de Licença de Construção.

5.4.3. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “*Determinar que o conceito de ‘pessoa representativa do público’ seja ampliado e detalhado, contemplando diferentes grupos populacionais vulneráveis.*”

É muito comum que as avaliações de impacto de uma instalação ou projeto sejam aplicadas a indivíduos adultos. Dos parâmetros empregados em avaliações de riscos radiológicos e modelagens de impacto, aqueles que apresentam algum tipo de dependência com diferentes grupos populacionais fazem distinção de faixas etárias, mas não de sexo. Isto é, homens e mulheres de mesma faixa etária são representados pelos mesmos parâmetros. Portanto, as discussões resumem-se à avaliação de diferentes faixas etárias, sendo elas: (i) menor que 1 ano, (ii) de 1 a 2 anos, (iii) de 2 a 7 anos, (iv) de 7 a 12 anos, (v) de 12 a 17 anos e (vi) maior que 17 anos. Isto é, indivíduos adultos estão incluídos na faixa etária maior que 17 anos (não havendo diferenciação para idosos).

Na comparação dos níveis de exposição associados a diferentes grupos populacionais, relativos a uma dada via de exposição (ex.: inalação de ar, ingestão de água, ingestão de leite, ingestão de vegetais, ingestão de carne etc.), deve-se ponderar a multiplicação de basicamente 02 parâmetros dependentes da faixa etária: (i) o respectivo Coeficiente de Dose (na unidade mSv/Bq) e (ii) a Inalação Anual de Ar (em m³/a) ou a Ingestão Anual do produto de referência (em L/a ou kg/a, conforme o respectivo produto), dependendo da via de exposição considerada.

De um modo geral, o Coeficiente de Dose apresenta valores maiores para as menores faixas etárias, o que indica que, em princípio, recém-nascidos e crianças são mais sensíveis aos efeitos estocásticos da radiação do que adultos (ao menos quando comparados a uma mesma quantidade de radionuclídeos incorporados).

Por outro lado, a Inalação Anual de Ar e a Ingestão Anual dos produtos consumidos por membros da população apresentam valores maiores para as maiores faixas etárias, o que simplesmente significa que, devido à sua anatomia, indivíduos adultos inalam maior quantidade de ar e ingerem maior quantidade de alimentos que crianças e adolescentes. Assim, considerando membros de uma mesma família que inalam o mesmo ar e ingerem os mesmos alimentos, contendo, portanto, as mesmas concentrações de radionuclídeos, os indivíduos adultos acabam por incorporar uma quantidade maior de radionuclídeos.

E, quando é feita a multiplicação desses dois parâmetros, o comportamento global indica valores maiores para as maiores faixas etárias. Isto é, mesmo que os indivíduos das menores faixas etárias sejam mais radiosensíveis para um mesmo nível de incorporação, os indivíduos das maiores faixas

etárias apresentam maiores níveis de exposição pelo fato que incorporam maiores quantidades de radionuclídeos por inalação e ingestão.

Isto é, indivíduos adultos fornecem resultados conservativos em relação às demais faixas etárias, majorando as análises de riscos e modelagens de impacto. Nesse contexto, é tecnicamente justificável considerar indivíduos adultos como “pessoa representativa”.

5.4.4. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “*Requerer esclarecimentos sobre os ‘procedimentos administrativos eficientes’ mencionados no EIA, com a devida justificativa técnica e operacional para garantir a eficácia das medidas de controle da exposição radiológica.*”

Dentre os procedimentos administrativos que serão empregados para assegurar a eficiência dos controles radiológicos, pode-se destacar: (i) o emprego de treinamentos em proteção radiológica e (ii) o controle de atividades por meio da Licença para Trabalho com Radiação (LTR), ambos descritos no Subitem 9.5.3.6.3 (Síntese dos Controles Radiológicos do PPRO) do Volume I (Caracterização de Empreendimento) do EIA.

Treinamentos: O EIA lista as modalidades de treinamentos em proteção radiológica a serem empregadas no PSQ (sendo elas treinamento admissional, de mudança de função, de retorno ao trabalho, treinamento para atividade específica, retreinamento e treinamento de reciclagem anual, além de treinamentos de fiscais e visitantes), sendo que quase todas abordarão os procedimentos para acesso (entrada e saída) e para permanência em áreas controladas e supervisionadas. Entre tais procedimentos, destaca-se: (i) a necessidade de prévia aprovação de atividades por meio da LTR; (ii) a necessidade de se utilizar vestimentas (ex.: macacão de pano, macacão antipartículas, bota impermeável) e equipamentos de proteção individual (EPIs) específicos (ex.: respirador semifacial com filtro para radionuclídeos, luvas impermeáveis), conforme a atividade a ser realizada; (iii) a utilização de dosímetros e a aplicação de outros métodos de monitoração individual; (iv) a proibição de ingerir líquidos ou alimentos em áreas controladas; (v) a proibição de fumar em áreas controladas; (vi) a proibição de adentrar áreas controladas estando com ferimento não cicatrizado; (vii) o acesso de entrada e saída de áreas controladas por meio dos pontos de controle (instalações tipo vestiário); (viii) a obrigatoriedade (para certos tipos de atividade) de descarte das vestimentas de trabalho em recipientes, para posterior higienização em lavanderia do PSQ; (ix) a obrigatoriedade (para certos tipos de atividade) de higienização pessoal em chuveiros etc.

LTR: Todas as atividades a serem realizadas em áreas controladas e supervisionadas do PSQ serão previamente avaliadas e autorizadas por meio de documento específico, a Licença para Trabalho com Radiação (LTR). A LTR é preenchida pelo encarregado da atividade e assinada por todos os seus participantes, apresentando informações para a descrição da atividade a ser

realizada. Ao ser apresentada ao Serviço de Proteção Radiológica, o Supervisor de Proteção Radiológica procura compreender com o encarregado os principais detalhes técnicos e operacionais, de modo a avaliar as formas de exposição radiológica normais ou potenciais às quais os participantes estarão submetidos. A partir desse entendimento, são definidos (por meio do próprio formulário da LTR) os procedimentos de controle radiológico a serem empregados, como os EPIs, métodos de monitoração individual e métodos de monitoração de ambiente de trabalho.

Assim, as instruções relacionadas ao emprego dos controles radiológicos são abordadas por meio desses controles administrativos complementares e eficientes, os quais se encontram descritos, de forma detalhada, no Subitem 9.5.3.6.3 do Volume I do EIA.

5.4.5. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Revisão e ampliação do PMRA-PO: O Programa de Monitoração Radiológica Ambiental Pré-Operacional deve incluir estratégias claras para distinguir contaminações naturais das relacionadas à operação do PSQ.”

O conceito de contaminação radiológica ambiental refere-se a acréscimos significativos nos níveis de radioatividade ambientais em função de uma instalação ou atividade, isto é, à poluição ambiental com radionuclídeos. E o termo “acréscimos” presente nesta sentença é aplicado em relação aos níveis de radioatividade natural pré-existentes no local de referência, isto é, o local apresentará contaminação (radiológica) ambiental se os níveis de radioatividade medidos após o início das atividades apresentarem valores significativamente superiores àqueles pré-existentes. Nesse contexto, o termo “contaminação natural” não é aplicável, isto é, por definição a contaminação ambiental corresponde a um efeito artificial, provocado pela ação humana.

Assim, entende-se que essa recomendação seria melhor descrita pela seguinte redação: *O Programa de Monitoração Radiológica Ambiental Pré-Operacional deve incluir estratégias claras para distinguir valores anômalos de radioatividade (ou, equivalentemente, valores anômalos de concentrações de radionuclídeos) em amostras ambientais resultantes de contribuições naturais daqueles possivelmente resultantes de contaminações relacionadas à operação do PSQ.*

Nesse caso, são descritas a seguir as principais metodologias a serem aplicadas para a avaliação de valores anômalos nos níveis de radioatividade (concentrações de radionuclídeos):

- a) **Comparação com o Pré-Operacional:** Uma das principais metodologias consiste em se iniciar a monitoração dos níveis de radioatividade nos locais de interesse em período anterior ao início das atividades produtivas, de modo a compor um histórico de resultados pré-operacionais para cada ponto de monitoração. Esse histórico permite uma caracterização do comportamento natural dos radionuclídeos de modo que, quando da fase operacional, os resultados de monitoração podem ser comparados com aqueles da fase pré-operacional para uma mesma

matriz e ponto de monitoração. Isto é, valores anômalos na fase operacional, que não estejam refletidos em valores semelhantes na fase pré-operacional, constituem indícios de possível impacto radiológico (contaminação radiológica ambiental), devendo ser investigados. Ressalta-se que essa avaliação de impacto não constitui uma tarefa trivial, visto que os níveis de radioatividade tanto da fase pré-operacional como da fase operacional nunca são caracterizados por valores fixos, mas por valores flutuantes dentro de certas faixas de variação. Dessa forma, essa comparação exige tratamento estatístico apropriado para permitir uma avaliação adequada dos dados, assegurando graus de confiança aceitáveis tanto de falso positivo (quando flutuações naturais são interpretadas equivocadamente como contaminações) como de falso negativo (quando contaminações são interpretadas equivocadamente como flutuações naturais);

- b) **Comparação com Pontos de Referência:** Pontos de referência devem ter características semelhantes àquela do ponto de monitoração de interesse, exceto pelo fato de não se encontrar sob possível impacto da instalação. Por exemplo: (i) no caso de ponto de monitoração de água de superfície situado em drenagens à jusante de dada instalação ou estrutura (ex.: Mina, Pilha de Estéril, Pilha de Fosfogesso e Cal), emprega-se ponto de referência situado à montante da mesma; (ii) no caso de um ponto de monitoração de aerossol situado à barlavento da instalação ou estrutura, emprega-se um ponto situado à sotavento da mesma. Isto é, valores anômalos em dado ponto de interesse, que não estejam refletidos em valores semelhantes no respectivo ponto de referência, constituem indícios de possível impacto radiológico, devendo ser investigados. Visto que os níveis de radioatividade tanto do ponto de interesse como do ponto de referência nunca são caracterizados por valores fixos, mas por valores flutuantes dentro de certas faixas de variação, tal comparação também exige tratamento estatístico apropriado para assegurar uma avaliação adequada dos dados. A metodologia de pontos de referência se demonstra especialmente útil no caso de ponto de monitoração que não disponha de resultados da fase pré-operacional, como no caso daqueles que foram estabelecidos durante a fase operacional para atendimento a demandas específicas;
- c) **Comparação com a Própria Série Histórica:** A própria série histórica de resultados da fase operacional constitui um critério de referência para a avaliação de resultados anômalos. De fato, após decorridos alguns anos de operação do empreendimento, obtém-se séries históricas que permitem uma caracterização da faixa de variação dos parâmetros para cada ponto de monitoração. Isto é, valores anômalos em dado ponto de interesse e data de monitoração, que não estejam refletidos em valores semelhantes no restante do histórico de resultados do próprio ponto de monitoração, constituem indícios de possível impacto radiológico, devendo ser investigados. Também nesse caso deve ser empregado tratamento estatístico apropriado. A

metodologia de comparação com a própria série histórica também se demonstra especialmente útil no caso de ponto de monitoração que não disponha de resultados da fase pré-operacional;

d) **Avaliação de Parâmetros Complementares:** No caso de um possível vazamento de líquido de processo, este contemplará, além dos radionuclídeos naturais da série do U-238 e do Th-232, espécies estáveis características da respectiva etapa de processo. Sendo assim, caso estes líquidos viessem a se misturar com água de superfície (ex.: água de açudes locais) ou subterrânea (ex.: água coletada em poços locais), estas iriam apresentar valores anômalos de espécies estáveis e/ou de parâmetros físico-químicos (ex.: alteração do pH e/ou acréscimo da condutividade elétrica). Ressalta-se ainda que a migração de espécies estáveis em água subterrânea ocorre de modo muito mais rápido do que a migração de radionuclídeos, de modo que muitas vezes a detecção de espécies estáveis antecipa a detecção de radionuclídeos, compondo traçadores da contaminação ambiental. Sendo assim, além da monitoração de radionuclídeos, o PMRA-PO (assim como sua futura evolução para o PMRA na fase operacional) conta com a monitoração de parâmetros complementares em água de superfície e em água subterrânea, como as espécies estáveis características dos futuros líquidos de processo (ex.: Al, Ca, Fe, Mg, Mn, Na, F⁻¹, PO₄⁻³ e SO₄⁻²) e parâmetros físico-químicos (ex.: pH, condutividade elétrica).

Todas essas metodologias já são bem conhecidas pelo órgão regulador CNEN, não havendo necessidade de formalizá-las no PMRA-PO. De fato, visto que o objetivo primário do PMRA-PO é o de estabelecer uma caracterização dos níveis de radioatividades (e dos parâmetros complementares) pré-existentes na área do empreendimento (Fazenda Itataia) e circunvizinhanças, e que as metodologias de comparação serão executadas apenas na fase operacional, considera-se não haver necessidade de que o PMRA-PO aborde as metodologias de avaliação de dados anômalos. Tais metodologias serão formalizadas apenas quando da fase operacional por meio de documento específico, na forma de procedimento operacional.

5.4.6. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Fortalecimento do monitoramento de poços de abastecimento humano: Implementação de uma rede de monitoramento mais abrangente e frequente, com a análise contínua das concentrações de urânio, especialmente nos poços com histórico de concentrações elevadas.”

O objetivo primário dos programas de monitoração ambientais de um empreendimento é o de verificar que as áreas circunvizinhas, com algum potencial de impacto resultante de liberações controladas ou acidentais de efluentes contendo contaminantes, estejam livres de contaminações, ou, em último caso, de mensurar os níveis de contaminação ambientais, informação essencial para o posterior estabelecimento de medidas de mitigação.

Em contraposição, áreas que não estejam sujeitas ao potencial de impacto pelo empreendimento não devem estar contempladas no escopo dos programas de monitoração ambiental. Primeiramente porque o empreendedor tem responsabilidade apenas por seus possíveis impactos, não tendo obrigação de avaliar quaisquer situações fora desse escopo, independentemente de possíveis implicações à saúde da população local. Além disso, a abrangência das áreas desprovidas de potencial impacto é ilimitada, o que permitiria uma ampliação dos programas de monitoração de forma indefinida, sujeita a critérios subjetivos diversos.

No caso dos programas de monitoração radiológica ambientais do PSQ, sendo eles o PMRA-PO, na fase pré-operacional, e o PMRA, que corresponde à evolução do PMRA-PO para a fase operacional, entende-se que as áreas sujeitas a possíveis impactos sejam aquelas definidas pela Sub-bacia do Riacho Cunha-Moti. De fato, os divisores de água que constituem o perímetro dessa sub-bacia compõem barreiras físicas naturais que impedem a dispersão de efluentes líquidos do PSQ para fora desse perímetro, seja na forma de água de superfície ou de água subterrânea. No caso de efluentes atmosféricos, além do fato de que os divisores de água também compõem eficiente barreira em relação a algumas comunidades (ex.: a presença de um serra de grande altitude situada ao norte da Fazenda Itataia impede completamente a dispersão de efluentes atmosféricos até a Comunidade Saco do Belém), a grande distância desses grupos ao PSQ proporciona a atenuação expressiva das concentrações de radionuclídeos no ar ao longo da dispersão dos efluentes atmosféricos (devido a sua diluição na própria atmosfera), proporcionando níveis insignificantes de radioatividade junto às comunidades externas à Sub-bacia do Riacho Cunha-Moti. A Figura 5.4.6-1 a seguir (que reproduz a Figura 6.2-1 do documento PG-SQ-01 R01) ilustra a Sub-bacia do Riacho Cunha-Moti e os principais grupos populacionais contemplados no PMRA-PO.

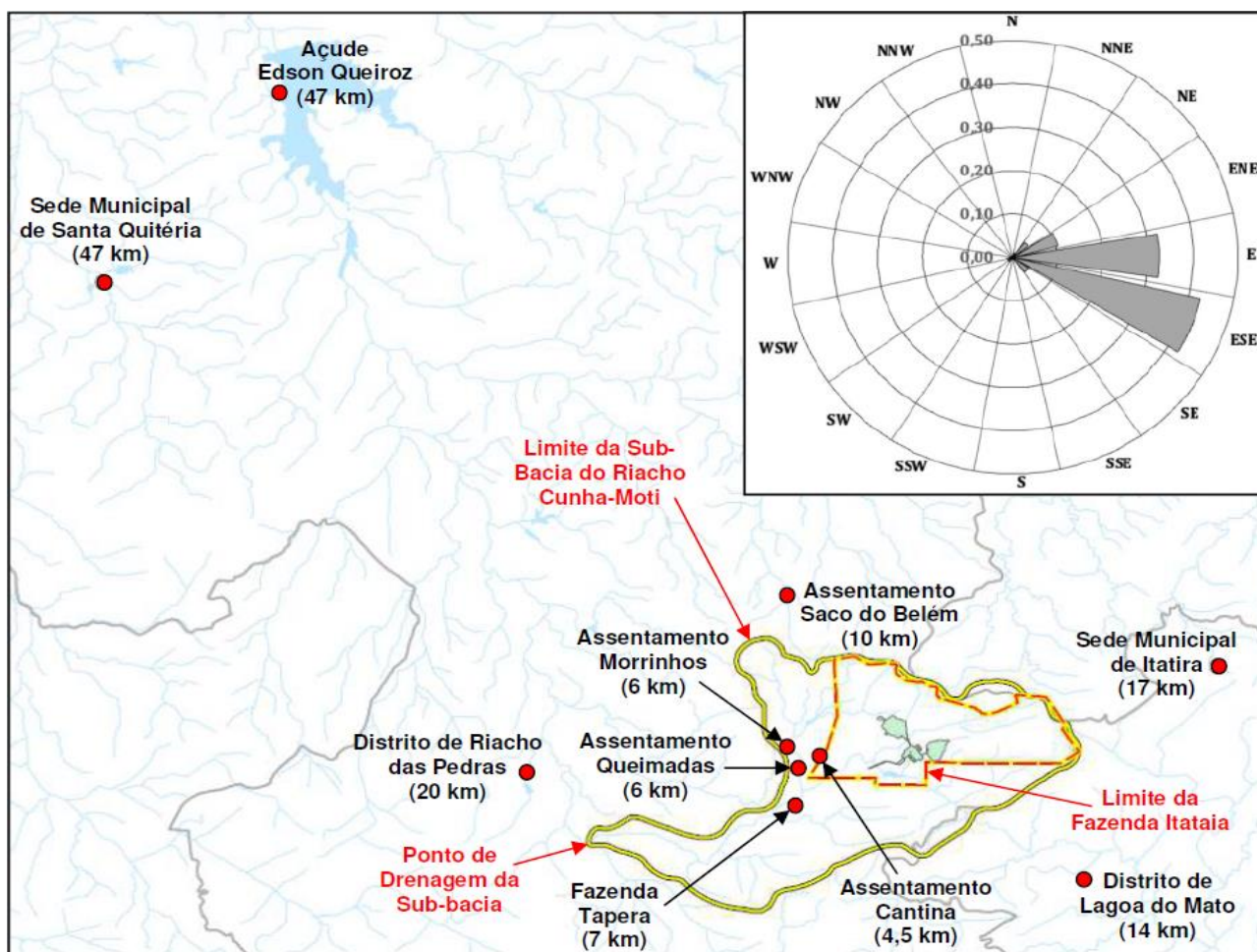


Figura 5.4.6-1 – Sub-bacia do Riacho Cunha-Moti e principais grupos populacionais contemplados no PMRA-PO.

Isto é, considera-se que apenas os grupos populacionais situados no interior da Sub-bacia do Riacho Cunha-Moti (sendo eles o Assentamento Cantina, o Assentamento Morrinhos, o Assentamento Queimadas e a Fazenda Tapera) estejam sujeitos a possíveis impactos do PSQ. Os demais grupos abordados no PMRA-PO possuem objetivos complementares, como o de compor pontos de referência (conforme metodologia descrita anteriormente no tópico (b) da Subseção 5.4.5) ou de compor ponto político. Pontos de monitoração políticos são aqueles nos quais, mesmo que não estejam sujeitos a impactos do empreendimento, considera-se conveniente realizar a monitoração ambiental para demonstrar à população local a ausência de contaminações por meio dos resultados de monitoração (e não por meio de argumentação técnica justificando ausência de impacto, a qual muitas das vezes não é aceita e/ou compreendida pela população).

Nesse contexto, já estão considerados no PMRA-PO todos os grupos populacionais sujeitos a possíveis impactos do PSQ, além de grupos complementares que apresentam alguma justificativa para a realização de monitoração. A monitoração de quaisquer outras localidades não constitui

obrigação do Consórcio Santa Quitéria, não devendo ser incluídas no escopo desse programa de monitoração.

5.4.7. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Análise aprofundada das anomalias radiométricas: Realização de estudos adicionais sobre as anomalias radiométricas na região, a fim de compreender melhor sua contribuição para o aumento das concentrações de urânio em águas subterrâneas.”

Para esta recomendação, aplica-se a mesma avaliação apresentada anteriormente na Subseção 5.4.6.

Isto é, não é justificável ampliar a rede de monitoramento do PMRA-PO em função de localidades que não estejam sujeitas a potenciais impactos radiológicos ambientais do PSQ, mesmo no caso daquelas que possam apresentar valores de urânio elevado em água subterrânea ou outra matriz ambiental.

A ocorrência de níveis naturalmente elevados de urânio (e, possivelmente, de outros radionuclídeos) em determinadas localidades constitui uma situação pré-existente cuja responsabilidade de monitoração não deve ser atribuída ao Consórcio Santa Quitéria, apenas pela associação de que o PSQ irá explorar um minério contendo urânio.

Caso tais concentrações possam proporcionar algum nível de risco à população local, devido à toxicidade química do urânio ou até mesmo devido ao seu nível de radioatividade, sua monitoração deve ser estabelecida e conduzida por órgãos e instituições públicas competentes (ex.: Ibama, CNEN, prefeitura local, órgãos responsáveis pela perfuração e pela outorga dos poços de abastecimento etc.).

5.4.8. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Incorporação das mudanças climáticas nos cenários de impacto: O EIA deve ser revisto para incorporar os impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, incluindo o impacto sobre a qualidade e a quantidade de água disponível.”

O Parecer UFC não apresenta uma contextualização e argumentação suficientemente clara para a compreensão de que tipo de mudanças climáticas estão sendo abordadas nem sobre os tipos de impactos que podem ter relação com os resultados de monitoração do PMRA-PO. Nesse contexto, considera-se essa recomendação como não aplicável, não sendo empregada qualquer tipo de avaliação.

5.4.9. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Estabelecimento de fluxo de informações imediatas para autoridades ambientais e sanitárias para que o CSQ as informe as situações em que o monitoramento de rotina identificar contaminação das águas por metais pesados, como o urânio, em poços de abastecimento humano.”

Esclarecemos que os relatórios dos resultados do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental Pré-Operacional (PMRA-PO) são encaminhados à CNEN. Além disso, vários desses resultados foram incorporados na caracterização do meio físico, constante do Volume II do EIA.

Dentre os poços de monitoramento contemplados no PMRA-PO, somente 01 apresentou sistematicamente resultados de concentração de urânio que se apresentam superiores aos limites de toxicidade química estabelecidos em legislação nacional para consumo humano (de 15 µg/L). Trata-se do poço identificado pelo ponto de monitoração SQ-12, localizado na Fazenda Copacabana, propriedade rural situada nas proximidades da sede municipal de Santa Quitéria. Nesse contexto, cabe ressaltar algumas informações relevantes:

- a) Alguns outros poços de abastecimento apresentaram resultados acima da legislação nacional para consumo humano em apenas uma das campanhas de monitoração do PMRA-PO, isto é, tal comportamento não se reproduziu ao longo das demais campanhas. Nesse contexto, entende-se que esse valor não seja representativo do comportamento global do poço, não havendo necessidade de comunicação às autoridades ambientais e sanitárias;
- b) No caso do poço relativo ao ponto SQ-12, verificou-se junto aos proprietários da Fazenda Copacabana que as águas coletadas não são empregadas para abastecimento humano, portanto o respectivo limite de toxicidade não é aplicável.

De qualquer forma, os dados foram informados às autoridades competentes, como a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), sendo realizadas reuniões para verificar a melhor forma de divulgação da informação. Em paralelo, os dados relativos ao poço no ponto SQ-12 foram informados aos proprietários da Fazenda Copacabana.

Deve ser ponderado nesse contexto que, quando das primeiras campanhas de execução do PMRA-PO, os comportamentos dos níveis de radioatividade locais não eram conhecidos, de modo que optou-se por aguardar os resultados de monitorações das campanhas subsequentes para verificar se os valores mais elevados de concentração de radionuclídeos constituíam ou não dados representativos dos poços. Nesse caso, dos poços de abastecimento, apenas os valores mais elevados do poço PC-12 se reproduziram nas campanhas subsequentes.

Isto é, o Consórcio Santa Quitéria vem mantendo o diálogo com as instituições e órgãos pertinentes para informação quanto aos resultados de monitoração acima dos limites normativos, assim como para o estabelecimento de um protocolo para assegurar que essas informações sejam apresentadas de forma mais breve possível.

5.5. Avaliação da Seção 3.6 do Parecer UFC: “Programa de Monitoração Radiológica Ambiental (PMRA) e sua Relação com a Biodiversidade”

Essa seção do Parecer UFC apresenta 04 recomendações, avaliadas nas Subseções 5.5.1 a 5.5.4 adiante. Contudo, antes de abordar cada uma dessas recomendações, é importante apresentar informações para a adequada contextualização dos temas envolvidos.

As normas brasileiras que versam sobre proteção radiológica, definidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), não abordam o tema relativo à exposição radiológica da biota (mensurada por meio da grandeza Dose Absorvida, em mGy/a), seja em relação aos níveis de radioatividade naturais existentes ou resultantes de possíveis impactos radiológicos decorrentes da operação de dado empreendimento.

De fato, a Norma CNEN-NN-3.01 define limites de exposição aplicáveis apenas para o ser humano (mensurada por meio da grandeza Dose Efetiva, em mSv/a), seja para trabalhador exposto à radiação (chamado de Indivíduo Ocupacionalmente Exposto) ou para membro da população (chamado de Indivíduo do Público).

As normas da CNEN também definem critérios para limitar o nível de radioatividade no meio ambiente (mensurada por meio da grandeza Atividade, em Bq), mais especificamente as concentrações de radionuclídeos em determinadas matrizes ambientais (mensurada por meio da Concentração de Atividade, em Bq/kg, Bq/L ou Bq/m³, conforme a matriz se apresente na forma sólida, líquida ou gasosa, respectivamente). Algumas dessas matrizes podem se referir a animais (ex.: peixe), a produtos animais (ex.: ovo de galinha, leite de vaca, carne de gado, carne de frango) e a produtos vegetais (ex.: vegetais, pasto), mas desde que estejam associadas a possíveis vias de exposição do ser humano, seja de forma direta (ex.: ingestão de peixe, ovo, leite, carne e/ou vegetais) ou indireta (ex.: o pasto ingerido pelo gado pode contribuir para o acréscimo de radionuclídeos no leite de vaca e na carne do gado ingeridos pelo ser humano).

Alternativamente, algumas matrizes relativas a animais (ex.: peixe) ou vegetais podem ser utilizadas como bioindicadores, isto é, independentemente de estarem ou não relacionadas a possíveis vias de exposição do ser humano, possuem a propriedade de acumular certos tipos de radionuclídeos e, por isso, seriam úteis para mensurar possível impacto radiológico ambiental de uma instalação.

De qualquer forma, as normas da CNEN não estabelecem quaisquer critérios para a proteção da biota quanto aos possíveis efeitos da radiação ionizante, sejam: (i) limites para os níveis de exposição da biota ou (ii) requisitos técnicos para avaliar a dispersão de radionuclídeos ao longo de cadeias alimentares que não estejam associadas ao ser humano. Isto é, além da inexistência de limites de Dose Absorvida para a fauna e flora, não são estabelecidas quaisquer referências de como conduzir a avaliação da exposição da biota.

Em eventos técnico-científicos da área nuclear (ex.: congressos, simpósios, *workshops*) verifica-se uma tendência quanto à inclusão na Norma CNEN-NN-3.01 do tema relativo à exposição da biota, mas também se verifica o consenso técnico de que a biota é mais resistente aos efeitos da radiação do que o ser humano, de modo que, caso seja assegurada a proteção radiológica do ser humano, pode-se assumir que a biota também estará protegida. Portanto, requisitos relativos à proteção da biota não teriam uma aplicação ampla e imediata para qualquer projeto envolvendo riscos radiológicos, mas seria restrita a casos específicos que fossem justificados tecnicamente (ex.: área sujeita a níveis expressivos de radioatividade, não envolvendo a exposição do ser humano, mas que possam ter impactos significativos sobre a biota local).

A avaliação e controle da exposição da biota é discutida também em nível internacional, sendo aplicada em algumas situações específicas para localidades situadas no exterior. Nesse caso, há a necessidade de implementar previamente uma ampla investigação para mapear o comportamento da biota local, com enfoque na dispersão de radionuclídeos ao longo das diversas cadeias alimentares (ou teias alimentares, que melhor representam a pluralidade de cadeias alimentares interconectadas), tendo sido desenvolvidas modelagens específicas para simular essa dispersão e estimar os níveis de exposição de certas espécies (por meio da grandeza Dose Absorvida, em mGy/a). Ocorre que o comportamento da biota e as respectivas modelagens são sempre muito específicas para os *habitats* locais, sendo impraticável sua extrapolação para outras localidades, ainda mais para aquelas situadas em país distinto como o Brasil.

Além disso, devido às especificidades técnicas altamente complexas relacionadas à exposição da biota, visto que envolvem profundo conhecimento de biologia associada a modelos biocinéticos (migração de radionuclídeos pelos órgãos e tecidos) e dosimétricos (irradiação dos órgãos e tecidos pelas emissões de radiação alfa, beta e gama) aplicáveis às espécies locais, quaisquer estudos sobre o tema são sempre conduzidos por equipes científicas compostas por profissionais qualificados para tanto, exigindo longos trabalhos sob o escrutínio acadêmico. Dessa forma, qualquer ação desse tipo foge aos objetivos e atribuições de um empreendedor como o Consórcio Santa Quitéria, que deve conduzir estudos objetivos baseados em metodologias pré-existentes e validadas.

Em resumo, não existem requisitos legais que estabeleçam a necessidade de avaliação e controle da exposição da biota, nem que norteiem como proceder para tanto. Também não se dispõe de referências científicas relativas à biota no entorno da Fazenda Itataia que possam subsidiar a compreensão do comportamento das espécies e meio ambiente em relação à dispersão de radionuclídeos ao longo das teias alimentares, portanto também não se dispõe de modelagens para avaliar essa dispersão e estimar os níveis de exposição de espécies de interesse. Dessa forma, a avaliação da exposição da biota torna-se não aplicável ao contexto do Projeto Santa Quitéria.

Tendo por base essa contextualização, são apresentadas nas Subseções 5.5.1 a 5.5.4 adiante as avaliações quanto às 04 recomendações constantes na Seção 3.6 do Parecer UFC.

5.5.1. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Levantamento T0 de radiação na fauna e flora, com medições da bioacumulação de radionuclídeos antes da operação da mina.”

Conforme descrito e justificado anteriormente no texto de introdução da Seção 5.5, no contexto do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental Pré-Operacional (PMRA-PO), e da sua futura evolução para a fase operacional do PSQ, compondo o Programa de Monitoração Radiológica Ambiental (PMRA), a maioria das matrizes ambientais contempladas está associada a possíveis vias de exposição do ser humano. Entre tais matrizes, pode-se destacar:

- a) água subterrânea;
- b) água de superfície;
- c) aerossol (material particulado em suspensão no ar); e
- d) produtos relacionados à cadeia alimentar.

Entre os produtos relacionados à cadeia alimentar, pode-se destacar:

- d.1) ovo de galinha;
- d.2) leite de vaca;
- d.3) vegetais (feijão e milho); e
- d.4) pasto.

Também são monitoradas matrizes não diretamente associadas à cadeia alimentar, mas que compõem meios não bióticos com tendência de acúmulo de radionuclídeos (designados pela terminologia compartimentos integradores), portanto que compõem excelentes indicadores em relação a possíveis impactos radiológicos resultantes da operação PSQ:

- e) sedimento; e
- f) solo (mais especificamente solo junto aos pontos de coleta de aerossol, de vegetais e de pasto).

Adicionalmente, é realizada a monitoração de um bioindicador relevante:

g) peixe.

Mesmo que para alguns cenários a matriz peixe possa estar relacionada à via de exposição do ser humano (ex.: consumo por pescadores locais), para outros essa situação não é aplicável (ex.: comunidades de subsistência locais, cuja dieta não inclui o consumo de peixes da região). Nesse contexto, a matriz peixe possui a propriedade de compor um bioindicador, visto que possui a propriedade de acumular certos tipos de radionuclídeos.

Isto é, o PMRA-PO (e sua futura evolução para PMRA, quando da fase operacional do PSQ) incorpora uma ampla gama de matrizes ambientais associadas não apenas às rotas de dispersão de radionuclídeos associadas ao ser humano, mas também a meios não bióticos e a bioindicador próprios para avaliar a presença de radionuclídeos, não havendo necessidade de incorporação de matrizes adicionais. Nesse contexto, o PMRA-PO e o PMRA demonstram-se adequados para a caracterização tanto da fase pré-operacional como da futura fase operacional do PSQ, de modo a assegurar a monitoração adequada do meio ambiente em relação a possíveis impactos radiológicos do PSQ.

5.5.2. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Análise da transferência de radiação na cadeia alimentar, avaliando a exposição de herbívoros, predadores e consumidores secundários.”

Conforme descrito e justificado anteriormente na introdução da Seção 5.5, a avaliação da dispersão de radionuclídeos ao longo da biota não associada a rotas de exposição do ser humano não tem respaldo legal no Brasil, além do que não existem recomendações ou guias regulatórios nacionais que norteiem como proceder para tanto.

A análise de transferência de radionuclídeos ao longo dos compartimentos ambientais associados a dada cadeia alimentar consistiria em trabalho científico altamente especializado, visto que envolvem profundo conhecimento de biologia associada a modelos biocinéticos (migração de radionuclídeos pelos órgãos e tecidos) e dosimétricos (irradiação dos órgãos e tecidos pelas emissões de radiação alfa, beta e gama) aplicáveis às espécies locais, além de metodologias de amostragem e análise específicas para o tipo de organismo de interesse. Dessa forma, quaisquer estudos sobre o tema poderiam ser conduzidos por equipes científicas compostas por profissionais altamente especializados, mas apenas no contexto de trabalhos com objetivos puramente científicos, e não legais, visando compor resultados para subsidiar futuros desenvolvimentos de modelos de dispersão na biota. A determinação da análise de transferência de radionuclídeos na biota é executada em alguns países, mas constituem trabalhos relativos à fauna e flora locais e de muito longo prazo, executados por uma pluralidade de pesquisadores de universidades e centros de pesquisa, todos estando sujeitos ao escrutínio acadêmico.

Isto é, a atribuição da avaliação de dispersão de radionuclídeos na biota para um empreendedor como o Consórcio Santa Quitéria não é justificável sob qualquer contexto, que deve conduzir apenas estudos objetivos baseados em metodologias pré-existentes e devidamente validadas.

5.5.3. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “Uso de espécies bioindicadoras, como anfíbios e pequenos mamíferos, para avaliar impactos a longo prazo.”

Conforme argumentação apresentada anteriormente na Subseção 5.5.1, o PMRA-PO contempla a monitoração de peixe como bioindicador, visto sua propriedade de acumular determinados tipos de radionuclídeos.

O PMRA-PO também contempla a monitoração dos compartimentos integradores sedimento e solo, que consistem de meios não bióticos que também têm a propriedade de acumular radionuclídeos.

Considerando ainda toda a gama restante de demais matrizes ambientais contempladas no PMRA-PO, relacionadas a vias de exposição do ser humano, verifica-se que esse programa de monitoração se demonstra adequado para a caracterização dos níveis de radioatividade existentes na Fazenda Itataia e circunvizinhanças, assegurando níveis de controle apropriados quanto à exposição da população e do meio ambiente em relação às futuras atividades produtivas do PSQ.

Especificamente em relação aos tipos de bioindicadores propostos, é importante apresentar considerações adicionais:

- a) **Peixe:** Os métodos de monitoração existentes e devidamente certificados para a determinação de radionuclídeos em peixe exigem a coleta e o sacrifício de um quantitativo significativo de indivíduos (que pode chegar a algumas dezenas), de modo que sejam alcançados os Limites de Detecção adequados. De fato, considerando que tais métodos: (i) exigem a segregação do filé de peixe, de modo a reproduzir a fração comestível do animal (após a filetagem, o restante do peixe é descartado); (ii) empregam a calcinação da fração comestível, de modo a obter apenas uma amostra inorgânica na forma de cinza (reduzindo expressivamente a massa de material para análise); (iii) e que, devido ao quantitativo de radionuclídeos a ser analisado, os respectivos métodos laboratoriais exigem uma massa de cinza considerável; a massa original de peixe a ser coletada é expressiva (em torno de 6 kg). Na prática, uma dada amostragem associada a um único corpo hídrico tipo açude exige alguns dias de coleta, por meio de rede (equipamento fixo) e tarrafa (equipamento móvel), entre outros dispositivos e métodos de pescaria, para se alcançar o quantitativo exigido pelo método de monitoração para um único ponto e data. Ressalta-se que, devido à alta taxa de reprodução dos peixes, e do quantitativo existente nos açudes locais, a monitoração não proporciona quaisquer prejuízos à população de peixe, sendo assegurada a sustentabilidade da espécie;

b) **Outros Bioindicadores:** Caso fosse realizada a monitoração de radionuclídeos em órgãos ou tecidos dos tipos de animais sugeridos (anfíbios e pequenos mamíferos), certamente haveria a necessidade de coletar e sacrificar um quantitativo expressivo de indivíduos, de modo a alcançar os Limites de Detecção adequados para o respectivo método de monitoração. Nesse caso, deve-se compreender que esses animais (que devem pertencer à mesma espécie para que a monitoração tenha sentido) apresentam uma densidade espacial em seus respectivos habitats e nichos muito inferior àquela de peixes em açudes. Assim, haveria a necessidade de aplicar métodos de amostragem muito complexos, como instalação de múltiplas armadilhas em uma área muito grande, sem qualquer certeza de sucesso na obtenção do quantitativo necessário de indivíduos. E, mesmo no caso de sucesso, o sacrifício desse quantitativo certamente traria prejuízos para a fauna e meio ambiente local. Isto é, a monitoração dos tipos de animais sugeridos traria muito mais malefícios às respectivas espécies do que quaisquer possíveis benefícios.

Isto é, a monitoração dos tipos de animais sugeridos não é justificável perante uma avaliação de benefícios e malefícios, além do que o PMRA-PO já contempla bioindicador (peixe) e uma ampla gama de outras matrizes próprias para a avaliação dos níveis de radioatividade ambientais.

5.5.4. Avaliação da Recomendação do Parecer UFC: “*Monitoramento contínuo da vegetação, identificando espécies que possam acumular radionuclídeos e atuem como marcadores ambientais.*”

Conforme já descrito e argumentado anteriormente nas Subseções 5.5.1, 5.5.2 e 5.5.3, o PMRA-PO contempla uma ampla gama de matrizes ambientais, de modo que se demonstra apropriado para a caracterização da fase pré-operacional do PSQ, assegurando a monitoração adequada do meio ambiente em relação a possíveis impactos radiológicos quando da fase operacional desse empreendimento.

Dessa forma, considera-se que não há necessidade de incorporação de matrizes adicionais.

6. CONCLUSÕES

Foram apresentadas as avaliações de equipe técnica do Consórcio Santa Quitéria quanto ao Parecer UFC, especificamente a respeito das recomendações relacionadas aos temas de proteção radiológica ocupacional e ambiental. Tratam-se de temas inerentes ao licenciamento nuclear e à autorização minerioindustrial junto à CNEN, mas que integram o EIA em função de necessidades específicas do licenciamento ambiental junto ao Ibama.

Foram apresentadas informações que respondem às recomendações constantes no Parecer UFC e que contrapõem os apontamentos que procuram evidenciar omissões e insuficiências de

informações no EIA. Assim, de um modo geral, evidencia-se que: (i) o EIA apresenta o conteúdo de informações adequado em relação ao seu escopo dentro do licenciamento ambiental, (ii) algumas informações requeridas não são pertinentes às atuais fases dos licenciamentos ambiental e nuclear do PSQ, e (iii) algumas recomendações não são pertinentes.

Verifica-se assim que o EIA apresenta completeza técnica em relação aos temas de proteção radiológica ocupacional e ambiental, não havendo necessidade de ajustes ou complementações.

7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO

A seguir são apresentadas as principais informações a respeito dos profissionais que participaram na elaboração e/ou na revisão técnica deste documento:

1. **Nome:** Leonardo Bernardino de Carvalho

Formação: Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Especialização: Doutorado em Física (na área de Teoria Quântica de Campos) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituição: Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB)

Função: Físico

Cargo: Supervisor de Nível Superior

Participação: Elaboração

2. **Nome:** Renata Rangel de Carvalho

Formação: Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Especialização: Doutorado em Física (na área de Ótica Quântica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituição: Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB)

Função: Física

Cargo: Superintendente de Engenharia, Projetos e Gestão da Qualidade

Participação: Coelaboração

3. **Nome:** Luciana Barros Bastos

Formação: Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Especialização: Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ)

Instituição: Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB)

Função: Engenheira Química

Cargo: Não Aplicável

Participação: Revisão Técnica

4. **Nome:** Karina Baldo Lopes

Formação: Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Especialização: Mestrado em Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)

Instituição: Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB)

Função: Engenheira Química

Cargo: Gerente de Engenharia e Licenciamento

Participação: Revisão Técnica

8. ANEXOS

- **Anexo A** – Parecer Técnico 19/2022/DIMAP/DRS
- **Anexo B** – Parecer Técnico 17/2022/LAB-PROQ-LAPOC/SECTEC/LAPOC/CGRC/DRS
- **Anexo C** – Carta CE-ASCL.P-167/22
- **Anexo D** – Resolução 314/2023-MCTI/CNEN
- **Anexo E** – Ofício nº 230/2024-CGRC/DRS/CNEN
- **Anexo F** – Carta CE-GEFIS.P/SUNOV.P-354/24
- **Anexo G** – Carta CE-ASCL.P-233/22