



PARECER TÉCNICO Nº 17/2022/LAB-PROQ-LAPOC/SECTEC/LAPOC/CGRC/DRS
PROCESSO Nº 01341.002288/2022-72
INTERESSADO: INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S/A, INSTALAÇÃO MINERO-INDUSTRIAL DE SANTA QUITÉRIA - CE, COORDENAÇÃO-GERAL DE REATORES E CICLO DO COMBUSTÍVEL, COORDENAÇÃO DE INSTALAÇÕES DO CICLO DO COMBUSTÍVEL

TÍTULO: Avaliação do Relatório de Informações Preliminares - Instalação Minero-industrial de Santa Quitéria - Santa Quitéria – CE, no âmbito do processo operacional.

Organização: Consórcio Santa Quitéria, formado pelas empresas Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e Fosfatados do Norte-Nordeste S/A (FOSNOR).

Instalação: Projeto Santa Quitéria

Exigências abertas: 4.1, 4.2 e 4.3

Exigências fechadas: N/A

Exigências mantidas abertas: N/A

Autor(es):

Henrique Takuji Fukuma

Revisado por:

Daniela Villa Flor Montes Rey Silva

Aprovado por:

Antonio Luiz Quinelato

CONTROLE DE DOCUMENTAÇÃO:

Solicitação de Serviço: Despacho SECTEC (SEI nº [1428564](#))

1. INTRODUÇÃO

O Consórcio Santa Quitéria (CSQ), através da INB, titular dos licenciamentos das instalações minero-industrial e nuclear, enviou o "Relatório de Informações Preliminares - Instalação Minero-industrial de Santa Quitéria - Santa Quitéria/CE", RIP-PSQ, Rev. 00 datado de 04/04/22 (SEI nº [1426160](#)) em anexo à carta CE-ASCL.P-167/22 (SEI nº [1425965](#)), datada de 29/04/2022, visando atender os requisitos da Norma CNEN NN - 4.01, referentes às informações preliminares. O relatório RIP-PSQ contém também um arquivo zipado – Documento 055-22-PSQ-Encaminhamento RIP-PSQ (SEI nº [1426160](#)), com os seguintes arquivos:

- Anexo A: Mapas.
- Anexo B: Caracterização da rocha fosfática de Angico dos Dias, TSP e DCP.
- Anexo C: Fluxogramas de Processo.

- Anexo D: Anexo I – Balanço de radionuclídeos e Relatório RT-SQ-01-22
- Anexo E: Teste de lixiviação do gesso.
- Anexo F: Laudos de caracterização do fosfogesso.
- Anexo G: Caracterização de nascentes.
- Anexo H: Perfis de sondagens.
- Anexo I: Caracterização mineralógica.
- Anexo J: Levantamentos geofísicos.

O CSQ solicita em sua Carta emissão de parecer conclusivo quanto à classificação da instalação mineiro-industrial e indicação dos documentos necessários a serem submetidos à CNEN para emissão de "Autorização para a Posse, Uso e Armazenamento de Minérios, Matérias-Primas e Demais Materiais Contendo Radionuclídeos das Séries Naturais do Urânio e/ou Tório" para a instalação mineiro-industrial.

O objetivo deste parecer é avaliar as informações contidas nos relatórios RT-URA-10-22 e RT-URA-11-22 enviados pela INB, no âmbito do processo operacional, em atenção ao Despacho SECTEC (SEI nº [1428564](#)).

2. ANÁLISE

Neste parecer, os conteúdos da Carta CE-ASCL.P-167/22 (SEI nº [1425965](#)) e do relatório RIP-PSQ - "Relatório de Informações Preliminares - Instalação Mineiro-industrial de Santa Quitéria - Santa Quitéria/CE" (SEI nº [1426160](#)) foram analisados separadamente.

2.1. Avaliação da Carta CE-ASCL.P-167/22 (SEI nº [1425965](#))

O CSQ informa que foi encaminhado o relatório intitulado "Proposta de Interface das Instalações Mineiro-industrial e Nuclear do Projeto Santa Quitéria (PSQ)", RT-SQ-01-21, Rev.:00, de 21/05/21 (SEI nº [0974574](#)), e a interface foi considerada adequada pela CNEN, sendo a instalação mineiro-industrial classificada provisoriamente como de Categoria II. De fato, o CSQ enviou o relatório RT-SQ-01-21. Esse documento foi avaliado pela CNEN, a qual elaborou o Parecer Técnico nº 5/2021/LAPOC/CGRC/DRS (SEI nº [1036677](#)), que concluiu que a proposta de interface apresentada pelo CSQ, para separação das operações da instalação mineiro-industrial e da instalação nuclear foi considerada adequada, uma vez que, as unidades destinadas aos processamentos para produção de ácido fosfórico e seus derivados fosfatados estarão inseridas na instalação mineiro-industrial e as unidades destinadas aos processamentos para recuperação de urânio do ácido fosfórico e produção de concentrado de urânio, estarão inseridas na instalação nuclear.

No documento RIP-PSQ, em seu Anexo D é apresentado o Balanço de Radionuclídeos associado à Instalação Mineiro-industrial do PSQ, considerando os principais materiais e etapas de processo. O CSQ elaborou esse Balanço de Radionuclídeos com a soma das concentrações de atividade de todos os radionuclídeos das séries do ^{238}U e do ^{232}Th presentes. Esse procedimento adotado é adequado, pois é verificada a condição de desequilíbrio na etapa de extração de urânio. Nesta etapa do processo ocorre a remoção do ^{238}U e do ^{234}U , que são extraídos pela fase orgânica utilizada nesse processo da instalação nuclear, e os radionuclídeos ^{234}Th e ^{230}Th permanecem no ácido fosfórico, o que propicia o desequilíbrio da sub-série do ^{238}U (^{238}U , ^{234}Th , ^{234}Pa , ^{234}U , ^{230}Th).

Com base no balanço de radionuclídeos apresentado no RIP-PSQ, o CMISQ foi classificado como instalação de categoria II. Para a mina, a maior concentração de atividade foi observada no minério ROM ("run of mine"), com o valor de 108,57 Bq/g, e para a usina a maior concentração de atividade foi apresentada no concentrado fosfático, com valor de 254,41 Bq/g.

No Parecer Técnico nº 5/2021/LAPOC/CGRC/DRS (SEI nº [1036677](#)) a instalação do Complexo Mineiro-industrial de Santa Quitéria - CMISQ (Mina e Usina) foi classificada provisoriamente como de Categoria II e, portanto, requeria a apresentação da documentação referente a esta categoria, de acordo com a Norma CNEN NN - 4.01. A categorização provisória teve como base os valores apresentados na Tabela

5.4.2-1 – “Balanço Global de Radionuclídeos” do documento RT-SQ-01-21 Rev.:00. A classificação para a mina foi obtida através da concentração de atividade total apresentada no minério ROM ("run of mine") de 104,3 Bq/g e, de forma similar, a usina (envolvendo as operações de britagem, homogeneização, calcinação, hidratação e separação da cal, produção de ácido fosfórico, descontaminação das espécies As, Cd, Si, Al, Fe, Th, SO_4^{2-} e F do ácido fosfórico, produção de TSP e DCP) foi classificada com base na concentração de atividade total 263,6 Bq/g apresentada no precipitado de contaminantes.

Embora o CSQ solicite a emissão de Parecer Técnico conclusivo quanto à classificação da instalação mineiro-industrial, esta classificação será avaliada nas inspeções periódicas que serão realizadas para verificar o cumprimento da Norma CNEN NN - 4.01. Dessa forma, a categorização provisória do CMISQ como instalação de categoria II, será mantida se não houver alterações no processo operacional e nas concentrações de atividade total no minério, matérias-primas e demais materiais contendo radionuclídeos das séries naturais do urânio e/ou tório utilizados no CMISQ.

Dentre as inspeções que ocorrerão, a CNEN deverá realizar uma específica para comprovar a classificação do CMISQ, mediante coleta de amostras de processo e determinação de suas concentrações de atividade, quando a mesma estiver plenamente operacional.

É importante ressaltar que:

- O artigo 8 da Norma CNEN NN - 4.01 estabelece que, após definida pela CNEN a categoria na qual a instalação se classifica, o Titular deve requerer junto à CNEN, previamente ao início das atividades, a "Autorização para a Posse, Uso e Armazenamento de Minérios, Matérias-Primas e Demais Materiais Contendo Radionuclídeos das Séries Naturais do Urânio e/ou Tório" para a instalação mineiro-industrial, e o parágrafo 1º estabelece que a Autorização pode abranger, no mínimo, um período de 4 (quatro) anos e, no máximo, de 10 (dez) anos.
- O artigo 12 da Norma CNEN NN - 4.01 estabelece que as alterações técnicas, modificações ou ampliações a serem realizadas na instalação mineiro-industrial, as quais tenham implicações significativas nas áreas de segurança e proteção radiológica, devem ser previamente submetidas à aprovação da CNEN. E em seu parágrafo único, estabelece que as alterações técnicas, modificações ou ampliações realizadas na instalação mineiro-industrial podem implicar em mudança de categoria da instalação e em nova avaliação por parte da CNEN.

Para comparação dos resultados de atividade totais dos materiais do processamento do minério de Santa Quitéria foi elaborada a Tabela 1, contendo os valores apresentados nos balanços de radionuclídeos dos relatórios RIP-PSQ e RT-SQ-01-21. Alguns materiais como concentrado fosfático, fosfogesso, concentrado de urânio e fosfogesso + cal, apresentam variações nas concentrações de atividade total. Provavelmente no relatório RT-SQ-01-21 utilizou-se resultados dos ensaios em escala de bancada e no relatório RIP-PSQ foram utilizados resultados da planta piloto de calcinação. No entanto, utilizando os dados apresentados no relatório RIP-PSQ, a classificação do CMISQ permaneceu como instalação de categoria II.

Tabela 1 – Atividade total dos materiais dos relatórios RIP-PSQ e RT-SQ-01-21

Relatório	Material / Atividade Total (Bq/g)						
	Minério ROM	Estéril	Minério Britado	Finos da Britagem	Minério Calcinado	Concentrado Fosfático	Cal Hidratada [1]
RIP-PSQ	108,57	6,09	111,43	55,38	157,24	254,41	16,96
RT-SQ-01-21	104,3	6,0	109,9	55,0	NA	207,4	NA
RT-SQ-01-21							16,6 *

NA: não apresentado

* No RT-SQ-01-21 é apresentado o material denominado Cal

Relatório	Material / Atividade Total (Bq/g)						
	Cal Hidratada [2]	Ácido Fosfórico [1]	<u>Fosfogesso</u>	Ácido Fosfórico [2]	Concentrado de Urânio	Ácido Fosfórico [3]	Torta de Impurezas
RIP-PSQ	0,00	133,56	140,86	31,13	42.190,85	0,34	148,79
RT-SQ-01-21	NA	120,3	103,7	47,2	31.204,0	0,01	NA
RT-SQ-01-21							239,8 **

** No RT-SQ-01-21 é apresentado o material denominado Tório

Relatório	Material / Atividade Total (Bq/g)						
	Ácido Fosfórico [4]	Ácido Fosfórico [5]	Rocha Fosfática [1]	Rocha Fosfática [2]	Fosfato Bicalcico	Fertilizantes Fosfatados	<u>Fosfogesso</u> + Cal
RIP-PSQ	0,47	0,45	3,92	3,92	0,48	1,35	86,13
RT-SQ-01-21	0,03	NA	NA	NA	0,02	0,02	63,6

Fonte: CSQ (RIP-PSQ e no RT-SQ-01-21)

Dessa forma, é nosso parecer que a categoria definida para a instalação, mesmo que provisoriamente, é de categoria II. Sendo assim, a instalação minero-industrial do CSQ deverá atender os requisitos da Norma CNEN NN - 4.01 referentes a instalação de categoria II. Caso a categorização seja confirmada em inspeção no CMISQ, quando a mesma estiver plenamente operacional, a autorização para a posse, uso e armazenamento de minérios, matérias-primas e demais materiais contendo radionuclídeos das séries naturais do urânio e/ou tório poderá abranger um período de 4 anos, de acordo com o artigo 8 da Norma CNEN NN - 4.01.

A necessidade da confirmação da categorização do CMISQ, quando a mesma estiver plenamente operacional, é devida principalmente ao processo de calcinação do minério, que poderá causar a sublimação (passagem do estado sólido diretamente ao gasoso) do ^{210}Pb , o qual poderá se concentrar nos sólidos abatidos no sistema de despoeiramento. No item 6.2.3.3 "Unidade de Calcinação – Área 230" do RIP-PSQ (SEI nº [1426160](#)) foi descrito o processo de despoeiramento, o qual é transcrito a seguir:

"Os gases da calcinação passarão por sistema de despoeiramento (ciclones e filtro de mangas) para controle da emissão de particulados. O material retido pelo ciclone pneumático será encaminhado para alimentação do hidratador de cal, juntamente com o produto da calcinação. O material coletado pelo filtro de mangas será encaminhado para tanque agitado, juntamente com a cal do processo de classificação."

Dessa forma, os sólidos abatidos no sistema de despoeiramento poderão apresentar valores de concentração de atividade total, que pode alterar a classificação do CMISQ.

2.2. Avaliação do "Relatório de Informações Preliminares - Instalação Minero-industrial de Santa Quitéria - Santa Quitéria/CE" - RIP-PSQ (SEI nº [1426160](#))

O PSQ a ser implantado pelo Consórcio Santa Quitéria, é formado pelas empresas Indústrias Nucleares do Brasil (INB), responsável pela instalação nuclear e Fosfatados do Norte-Nordeste S/A. (FOSNOR), detentora da marca Galvani, que é responsável pela instalação minero-industrial.

A concepção do Projeto Santa Quitéria (PSQ) constitui-se uma associação de instalação minero-industrial e instalação nuclear no mesmo site. A Instalação mineroindustrial (CMISQ) envolve a lavra, o beneficiamento do minério, a produção de ácido fosfórico e a produção de produtos fosfatados e a instalação nuclear é exclusiva para a produção de concentrado de urânio.

As principais características do CMISQ são:

- Lavra: Mina a céu aberto, com geração de minério e estéril. A relação Estéril/Minério média será de 0,75. A concentração média no minério ROM será de 11 % P_2O_5 e a concentração de corte é de 4 % P_2O_5 .
- Beneficiamento mineral: Envolve os processos de britagem, abatimento de finos, homogeneização, calcinação, hidratação e separação gravimétrica do concentrado fosfático da cal hidratada.
- Produção de ácido fosfórico: realizado com ataque do concentrado fosfático com ácido sulfúrico utilizando o processo hemihidrato. O processo hemihidrato promove a produção de sulfato de cálcio hemihidratado ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$).
- Produção de produtos fosfatados: o PSQ prevê a produção dos derivados fosfatados Superfosfato Triplo (TSP) e Fosfato Bicálcico (DCP). O TSP será obtido pela reação da rocha fosfática (oriunda da jazida de Angico dos Dias/BA) e ácido fosfórico. O DCP, que será utilizado como suplemento em alimentação animal, será obtido pela reação de ácido fosfórico e cal hidratada, obtida no processo de separação gravimétrica do concentrado fosfático.
- Produção de concentrado de urânio: o concentrado de urânio produzido na instalação nuclear será obtido pela recuperação do urânio contido no ácido fosfórico. As operações envolvem extração por solventes de urânio e precipitação na forma de peróxido de urânio, que posteriormente será calcinado para obtenção de óxido de urânio.

No CMISQ serão envolvidos a(o):

- Processamento de 3.866 kt/ano de minério “ROM”
- Geração de 2.900 kt/ano de estéril da mina.
- Geração de 197 kt/ano de finos do filtro de mangas da britagem.
- Produção de 360 kt P_2O_5 /ano de ácido fosfórico.
- Produção de 2.300 t U_3O_8 /ano de concentrado de urânio.
- Produção de 1.820 kt/ano de fosfogesso hemidrato.
- Produção de 1.530 kt/ano de cal hidratada.
- Consumo de 304 kt/ano de rocha fosfática de Angico dos Dias/BA.
- Produção de 1.050 kt/ano de fertilizante fosfatado (TSP).
- Produção de 220 kt/ano de fosfato bicálcico.
- Produção de 20 kt/ano de sulfato de amônio (gerado na etapa de extração de urânio).

As descrições e fluxogramas de processos contendo os balanços de massas da instalação minero-industrial, contidas no relatório RIP-PSQ, foram consideradas adequadas. Adicionalmente, também foram apresentadas as descrições, fluxogramas de processos e balanços de massas da instalação nuclear.

Na Tabela 6.1.5-1 “Dados Gerais do Projeto” é apresentado a massa de minério estéril gerado de 2,9 kt/ano, como o valor de REM (Relação Estéril/Minério) média é de 0,75, o valor correto da massa de estéril seria de 2.900 kt/ano. Dessa forma, esse valor deverá ser corrigido nessa Tabela.

Na Tabela 2 são apresentados os rejeitos que serão gerados na instalação minero-industrial.

Tabela 2 – Rejeitos gerados na instalação minero-industrial

Rejeito	Quantidade (kt/ano)
Estéril	2.900
Finos da britagem	197
Cal hidratada	1.530
Fosfogesso	1.820
Precipitado de impurezas	196

Adaptado de RIP-PSQ (SEI nº [1426160](#))

- Estéril: O CSQ informa que o estéril compõe material sem reaproveitamento pela Instalação Mineroindustrial e a Pilha de Estéril é considerado como disposição final desse material.
- Finos da Britagem: São gerados no processo de britagem do minério. São materiais particulados em suspensão no ar que é coletado em filtros de mangas da Unidade de Britagem e fará parte da composição da pilha de fosfogesso + cal. O descarte dos finos da britagem (inferior a 75 μm) como rejeito foi considerado adequado, pois os mesmos apresentam concentração de P_2O_5 de 4,3 % (Fluxograma de Processo – Britagem de Rocha – Fluxograma 115-50-205-FLX-001) semelhante ao do minério estéril, cuja concentração de corte de P_2O_5 será de 4 %.
- Cal Hidratada: Este material terá dois fluxos, cal hidratada [1] e cal hidratada [2]. A cal hidratada obtida no processo de separação gravimétrica (ciclonagem) do concentrado fosfático alimenta um hidrociclone que separa dois fluxos de cal por granulometria. O fluxo de cal hidratada [1] é composto pelo “underflow”, o qual apresenta o material particulado em suspensão com granulometria superior a 5 μm . A cal hidratada [1] fará parte da composição do rejeito fosfogesso + cal. A cal hidratada [2] é obtida no “overflow” do processo de ciclonagem da cal hidratada e apresenta apenas o material particulado em suspensão, com granulometria inferior a 5 μm . A cal hidratada [2] será utilizada como fonte de cálcio na produção de fosfato bicálcico. O CSQ informa que a cal hidratada [2] não apresenta radionuclídeos em sua composição. No entanto, não foi verificado os resultados da análise desse material. Dessa forma, será necessário apresentar a caracterização deste material. O CSQ predefiniu as concentrações de ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{232}Th e ^{228}Ra com valores de concentrações nulos no balanço de radionuclídeos.
- Fosfogesso: A polpa constituída de fosfogesso hemidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) e ácido fosfórico é filtrada em filtro de esteira. A fração sólida é o fosfogesso hemidrato, que será um dos rejeitos gerados e fará parte da composição da pilha de fosfogesso + cal. A fração líquida é o ácido fosfórico com concentração de 38 % P_2O_5 . A característica de empedramento do fosfogesso hemidrato, irá diminuir o transporte desse material do depósito por arraste eólico.
- Precipitado de Impurezas: O ácido fosfórico isento de urânio será submetido a uma etapa de remoção de outras impurezas (Cádmio, Sílica, Alumínio, Ferro e Tório). A precipitação dessas impurezas será realizada mediante adição de fonte de flúor, que promoverá a insolubilização das impurezas. A polpa ácida contendo essas impurezas será filtrada em

filtros prensa. A torta será submetida a lavagem e depois misturada com a cal hidratada, finos do despoeiramento da britagem e o fosfogesso dos filtros da Unidade de Filtração e encaminhada para pilha de fosfogesso + cal. O flúor adicionado será obtido de três fontes de geração de ácido fluossilícico (H_2SiF_6), lavadores de gases dos reatores de produção de ácido fosfórico, lavadores de gases da concentração do ácido fosfórico e lavadores de gases das unidades de acidulação de TSP.

O rejeito fosfogesso + cal será composto pelos seguintes materiais: finos da britagem, fosfogesso, cal hidratada [1], precipitado de impurezas e sulfato de cálcio da dessulfatação. Ao final de 20 anos de operação da instalação minero-industrial, o CSQ estima que a pilha de rejeito fosfogesso + cal deverá totalizar 67.946 kt ($57 \times 10^6 \text{ m}^3$).

Na produção de fosfato bicálcico (DCP) será realizado a desfluorização, visando a redução da concentração de flúor do ácido fosfórico, devido a necessidade de obter o fosfato bicálcico com relação fósforo (P)/flúor (F) maior do que 120 ($\text{P/F} > 120$). A desfluorização será realizada com a adição de fonte de sílica na etapa de concentração de P_2O_5 no ácido fosfórico por evaporação. A sílica reage com o flúor formando SiF_4 , que será evaporado e recuperado como ácido fluossilícico (H_2SiF_6).

A dessulfatação do ácido fosfórico será realizada com a adição de rocha fosfática ou outra fonte de cálcio, que reagirá com sulfato livre do ácido. A rocha fosfática utilizada será proveniente da unidade de Angico dos Dias/BA, da FOSNOR, e o consumo de rocha na dessulfatação será de aproximadamente 4.000 t/ano. O ácido será filtrado em filtro esteira a vácuo, removendo o sulfato de cálcio formado. O sulfato de cálcio também será encaminhado para a pilha de fosfogesso + cal. A utilização da rocha fosfática de Angico dos Dias/BA é adequada, devido a sua baixa concentração de atividade dos radionuclídeos (Tabela 3). A atividade total obtida pelo CSQ para essa rocha foi de 3,92 Bq/g.

É importante ressaltar que em 08/03/2017 a Unidade de Mineração de Angico dos Dias, localizada no município de Campo Alegre de Lourdes/BA foi inspecionada, por uma equipe da CNEN, com o objetivo geral de verificar o atendimento à Norma CNEN NN 4.01. Em decorrência desta inspeção foi elaborado o relatório técnico RT - LAPOC nº 07/17 (junho/2017). A principal conclusão foi que a instalação deveria ser preliminarmente isenta de classificação e, portanto, a Norma CNEN-NN-4.01 não se aplicava. Nessa inspeção a maior concentração de atividade total foi obtida no concentrado fosfático, com valor de $2,78 \text{ Bq g}^{-1}$. Este valor está muito próximo do valor apresentado no RIP-PSQ pelo CSQ, para rocha fosfática (concentrado fosfático) de 3,92 Bq/g.

Após os processos de desfluorização e dessulfatação o ácido fosfórico é submetido a reação com uma fonte de cálcio. O CSQ optou pelo uso de cal hidratada, gerada na planta de beneficiamento mineral, ou seja, a cal hidratada [2] que será obtida no “overflow” do processo de ciclonagem da cal hidratada e apresenta apenas o material particulado em suspensão com granulometria inferior a 5 μm .

Tabela 3. Concentração de atividade dos radionuclídeos da rocha fosfática de Angico dos Dias/BA

Radionuclídeo/concentração de atividade (Bq/g)								
U-238	Th-234	Pa-234m	U-234	Th-230	Ra-226	Rn-222	Po-218	Pb-214
0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13
Bi-214	Po-214	Pb-210	Bi-210	Po-210	Th-232	Ra-228	Ac-228	Th-228
0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,24	0,23	0,23	0,23
Ra-224	Rn-220	Po-216	Pb-212	Bi-212	Po-212	Tl-208	Total	
0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,15	0,08	3,92	

Fonte: RIP-PSQ (SEI nº [1426160](#))

O TSP é obtido pela reação de rocha fosfática e ácido fosfórico. A rocha fosfática utilizada nesse processo será a de Angico dos Dias/BA com concentração de fósforo de 36% P_2O_5 e moído a uma granulometria de 95% passante na malha 200 mesh (0,075 mm). O ácido fosfórico utilizado será o ácido

concentrado (50% P_2O_5) após a remoção de urânio e impurezas. Da mesma forma, a utilização da rocha fosfática de Angico dos Dias/BA é adequada, devido a sua baixa concentração de atividade dos radionuclídeos (Tabela 3).

A solução de sulfato de amônio é obtida como solução efluente da etapa de regeneração do solvente orgânico. A etapa de regeneração é realizada em dois estágios, sendo que a solução aquosa regenerante é a solução aquosa de ácido sulfúrico proveniente da etapa da segunda lavagem do extrato orgânico denominado "Remoção de terras raras da fase orgânica". A fase orgânica (refinado orgânico) é proveniente da etapa de re-extração do urânio com solução aquosa de carbonato de amônio. Na regeneração ocorre a substituição do cátion NH_4^+ contido no solvente orgânico pelo cátion H^+ , para que seja reciclado para a etapa de extração do urânio.

O CSQ descreve que a solução aquosa de sulfato de amônio será aproveitada para recuperação do sal $(NH_4)_2SO_4$, que após a sua cristalização, poderá ser utilizado como fertilizante. A solução aquosa contendo o $(NH_4)_2SO_4$ será bombeada para fora da instalação nuclear e o processo de cristalização do sal será feito na Instalação minero-industrial.

Na caracterização da solução de sulfato de amônio contida na Tabela 6.2.8.2-1 é apresentada as concentrações de U e Th como sendo < LD (menor que o limite de detecção). No entanto, não foi apresentada a caracterização do sulfato de amônio cristalizado e também não foi citado no balanço de radionuclídeos. Como este material é um dos produtos finais da instalação minero-industrial, com produção de 20 kt/ano, a caracterização radiométrica do sulfato de amônio cristalizado deve ser apresentada, bem como, o mesmo deve constar no balanço de radionuclídeos.

3. CONCLUSÕES

A Carta CE-ASCL.P-167/22 (SEI nº [1425965](#)) e relatório RIP-PSQ - "Relatório de Informações Preliminares - Instalação Minero-industrial de Santa Quitéria - Santa Quitéria/CE" (SEI nº 1426160) foram analisados separadamente. Desta forma, as conclusões decorrentes das análises da Carta CE-ASCL.P-167/22 e RIP-PSQ também estão apresentados separadamente.

3.1. Carta CE-ASCL.P-167/22 (SEI nº [1425965](#))

3.1.1. O balanço de radionuclídeos utilizando a soma das concentrações de atividade de todos os radionuclídeos das séries do ^{238}U e do ^{232}Th presentes, foi considerado adequado, pois foi verificado a condição de desequilíbrio na etapa de extração de urânio. Nesta etapa do processo ocorre a remoção do ^{238}U e do ^{234}U , que são extraídos pela fase orgânica utilizada nesse processo da instalação nuclear e os radionuclídeos ^{234}Th e ^{230}Th permanecem no ácido fosfórico, que propicia o desequilíbrio da sub-série do ^{238}U (^{238}U , ^{234}Th , ^{234}Pa , ^{234}U , ^{230}Th), da série do ^{238}U .

3.1.2. A comparação dos resultados de atividade totais, apresentados nos balanços de radionuclídeos dos relatórios RIP-PSQ e RT-SQ-01-21, mostrou que alguns materiais como concentrado fosfático, fosfogesso, concentrado de urânio e fosfogesso + cal, apresentam variações. Provavelmente no relatório RT-SQ-01-21 utilizou-se resultados dos ensaios em escala de bancada e no relatório RIP-PSQ foram utilizados resultados da planta piloto de calcinação. No entanto, mesmo com a utilização dos dados apresentados no relatório RIP-PSQ, a classificação do CMISQ permaneceu como instalação de categoria II.

3.1.3. A categoria definida, mesmo que provisoriamente, foi mantida como de categoria II. Dessa forma, a instalação minero-industrial do CSQ deverá atender os requisitos da Norma CNEN NN - 4.01, referentes a instalação de categoria II. Se a categorização for confirmada em inspeção no CMISQ, quando a mesma estiver plenamente operacional, a autorização para a posse, uso e armazenamento de minérios, matérias-primas e demais materiais contendo radionuclídeos das séries naturais do urânio e/ou tório, poderá abranger um período de 4 anos, de acordo com o artigo 8 da Norma CNEN NN - 4.01.

3.1.4. A necessidade da confirmação da categorização do CMISQ, quando a mesma estiver plenamente operacional, é devida principalmente ao processo de calcinação, que poderá causar a sublimação do ^{210}Pb , o qual poderá se concentrar nos sólidos abatidos no sistema de despoeiramento. O

fluxo contendo os sólidos abatidos no sistema de despoeiramento poderão apresentar valores de concentração de atividade total, que pode alterar a classificação do CMISQ.

3.2. Relatório RIP-PSQ (SEI nº [1426160](#))

3.2.1. As descrições e fluxogramas de processos contendo seus balanços de massas da instalação mineiro-industrial, contidas no relatório RIP-PSQ foram consideradas adequadas. Adicionalmente, também foram apresentadas as descrições, fluxogramas de processos e balanços de massas da instalação nuclear.

3.2.2. O valor da massa de minério estéril gerado apresentado na Tabela 6.1.5-1 “Dados Gerais do Projeto” é de 2,9 kt/ano. Como o valor de REM (Relação Estéril/Minério) média é de 0,75, o valor correto da massa de estéril seria de 2.900 kt/ano

3.2.3. O CSQ informa que a cal hidratada [2], utilizada na produção de DCP, não apresenta radionuclídeos em sua composição. No entanto, não foi verificado os resultados da análise desse material. Dessa forma, será necessário apresentar a caracterização deste material. O CSQ predefiniu as concentrações de ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{232}Th e ^{228}Ra com valores de concentrações nulos no balanço de radionuclídeos.

3.2.4. O descarte dos finos da britagem (inferior a 75 μm) como rejeito foi considerado adequado, pois os mesmos apresentam concentração de P_2O_5 de 4,3 % (Fluxograma de Processo – Britagem de Rocha – Fluxograma 115-50-205-FLX-001), semelhante ao do minério estéril cuja concentração de corte de P_2O_5 será de 4 %.

3.2.5. A utilização da rocha fosfática de Angico dos Dias/BA foi considerada adequada para uso nos processos de dessulfatação do ácido fosfórico, bem como na produção de superfosfato triplo TSP, devido a sua baixa concentração de atividade dos radionuclídeos. A atividade total obtida pelo CSQ para essa rocha foi de 3,92 Bq/g.

3.2.6. Na inspeção da Unidade de Mineração de Angico dos Dias, localizada no município de Campo Alegre de Lourdes/BA, o concentrado fosfático apresentou concentração de atividade total de 2,78 Bq g^{-1} e este valor está muito próximo do valor apresentado pelo CSQ no RIP-PSQ para rocha fosfática (concentrado fosfático) de 3,92 Bq/g.

3.2.7. Não foi apresentada a caracterização do sulfato de amônio cristalizado e também não foi citado no balanço de radionuclídeos. Como este material é um dos produtos da instalação mineiro-industrial, com produção de 20 kt/ano, a caracterização radiométrica do sulfato de amônio cristalizado deve ser apresentada, bem como, o mesmo deve constar no balanço de radionuclídeos.

4. **EXIGÊNCIAS**

4.1. Corrigir o valor da massa de minério estéril gerado apresentado na Tabela 6.1.5-1 “Dados Gerais do Projeto” do Relatório RIP-PSQ.

4.2. Apresentar a caracterização radiométrica (radionuclídeos das séries do ^{238}U e ^{232}Th) da cal hidratada [2] utilizada para a produção de DCP.

4.3. Apresentar a caracterização radiométrica (radionuclídeos das séries do ^{238}U e ^{232}Th) do sulfato de amônio cristalizado, bem como, inserir o mesmo no balanço de radionuclídeos contido no Anexo I do Relatório RIP-PSQ.

5. **REFERÊNCIAS**

5.1. Carta CE-ASCL.P-167/22 (SEI nº [1425965](#)), 29/04/2022.

5.2. Relatório - "Relatório de Informações Preliminares - Instalação Mineiro-industrial de Santa Quitéria - Santa Quitéria/CE", RIP-PSQ, 04/04/22 (SEI nº [1426160](#)).

5.3. Relatório - "Proposta de Interface das Instalações Mineiro-industrial e Nuclear do Projeto Santa Quitéria (PSQ)", RT-SQ-01-21, 21/05/21 (SEI nº [0974574](#))

- 5.4. Parecer Técnico nº 5/2021/LAPOC/CGRC/DRS – “Avaliação do relatório - Proposta de interface das instalações minero-industrial e nuclear do Projeto Santa Quitéria (PSQ) - RT-SQ-01-21” (SEI nº [1036677](#))
- 5.5. Norma CNEN NN - 4.01 - Requisitos de segurança e proteção radiológica para instalações minero-industriais - Resolução CNEN 208/16 Publicação: DOU 26.12.2016
- 5.6. Relatório Técnico - RT - LAPOC nº 07/17 - "Inspeção Inspeção de Processos nas Instalações da Galvani – Angico dos Dias/BA", junho/2017.



Documento assinado eletronicamente por **Henrique Takuji Fukuma, Tecnologista**, em 30/06/2022, às 11:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#) e no §1º do art. 7º da Portaria PR/CNEN nº 80, de 28 de dezembro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **Daniela Villa Flor Montes Rey Silva, Chefe da Seção Técnica**, em 30/06/2022, às 11:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#) e no §1º do art. 7º da Portaria PR/CNEN nº 80, de 28 de dezembro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Luiz Quinelato, Coordenador(a) do Laboratório de Poços de Caldas**, em 30/06/2022, às 13:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#) e no §1º do art. 7º da Portaria PR/CNEN nº 80, de 28 de dezembro de 2018.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.cnen.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1511250** e o código CRC **77F30115**.

ANEXOS

1. N/A

Referência: Processo nº 01341.002288/2022-72

SEI nº 1511250

Criado por [pat.ferreira](#), versão 5 por [alquinelato](#) em 30/06/2022 10:41:56.