



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

O caso da mina de urânio de Caldas: uma história sem fim

Bianca Dieile da Silva, Fundação Oswaldo Cruz, bianca.dieile@fiocruz.br

ARTIGO TÉCNICO-CIENTÍFICO

EIXO TEMÁTICO: Energia, meio ambiente e sustentabilidade

RESUMO

Este artigo aborda questões relacionadas ao tema de mineração de urânio, um metal utilizado como insumo para a geração de energia nuclear com foco na história da Mina Osamu Otsumi, localizada em Caldas/MG, que foi ativa entre 1982 e 1995 e suas consequências ambientais, principalmente vinculadas a segurança hídrica. Essa pesquisa de caráter exploratório consiste em um levantamento documental no qual a primeira etapa foi um mapeamento das instituições envolvidas e posteriormente foram coletados dados do licenciamento ambiental da empresa responsável, de livros e estudos acadêmicos sobre o tema, de relatórios de órgãos de controle, da mídia e dos processos judiciais. Longe de querer fazer uma descrição exaustiva, o objetivo é trazer alguns elementos de reflexão no campo da engenharia sobre os impactos causados, principalmente na água, e as dificuldades relacionadas com o monitoramento e mitigação dos riscos inerentes à atividade realizada.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos ambientais da mineração. Água. Urânio. Riscos ambientais. Segurança hídrica.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

INTRODUÇÃO

O planalto de Poços de Caldas sempre foi visto como uma área que tinha uma tendência "natural" a ser minerada pelas suas riquezas e pelo seu passado que, desde a colonização, tinha permitido e apoiado a mineração local:

*Desse modo, em uma província mineral muito rica, era **natural** o aparecimento de uma atividade minerária intensa. Sem considerarmos o aproveitamento da água mineral, primeiro bem a ser lavrado no Planalto de Poços de Caldas com ação coordenada, e o garimpo de ouro que motivou os pioneiros a adentrarem aquelas terras, a mineração teve forte impulso na região com a eclosão da 1ª Guerra Mundial, em 1919. A partir desse episódio iniciou-se a extração de caldasito¹ para produção de material zirconífero. No ano de 1934, entraram em processo de lavra as bauxitas que passaram a ser exportadas no mesmo ano. A partir da década de 50 começaram a ser produzidos caldasitos voltados à produção de urânio. Há que se registrar, portanto, a presença da mineração na região de Poços de Caldas desde o início do século, o que confere relevância à possibilidade de seus impactos nos aquíferos locais. (COSTA, DELGADO, CARMO, 2001, grifo da autora)*

Em 1952, técnicos da *United States Geological Survey* constataram a presença de urânio em amostras de caldasitos, oriundas da mesma província. Em 1965, foi descoberta a jazida de urânio associado ao molibdênio, denominada Campo de Agostinho (FLÔRES e LIMA, 2012).

A empolgação era tanta que foi até proposta a construção de uma usina nuclear em Poços de Caldas, que foi assim anunciada no jornal *Correio da Manhã* (1967): "Usina Nuclear em Poços é a nova Esperança de Minas". O projeto nunca prosperou por ter resistência dentro dos próprios órgãos responsáveis pelo seu desenvolvimento.

Mas as pesquisas continuaram e, em 1970, foram identificadas as ocorrências de urânio do Campo do Cercado, localizadas no município de Caldas, que deram origem ao Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas - CIPC. Em 1977 começou a viabilização da lavra a céu aberto e em fevereiro de 1982, o complexo entra em operação visando a produção de concentrado de urânio (FLÔRES e LIMA, 2012). No Brasil, a partir de 1974 a empresa estatal Nuclebrás, Empresa Nuclear Brasileira S/A, foi responsável

¹ Caldasito é o nome dado a mistura de óxido e silicato de zircônio.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

por grande parte do projeto nuclear brasileiro incluindo a mineração de urânio em Caldas.

O início da decaagem da mina foi em 1977, o que já resultou em um acúmulo de rejeitos que produzia drenagem ácida que começou a ser tratada em 1984 (PRADO, 1994). Em maio de 1985, o Complexo Minerioindustrial do Planalto de Poços de Caldas iniciou a produção de um concentrado de urânio, chamado em inglês de "*yellow cake*", que era enviado à Alemanha para extração do urânio puro, utilizado como combustível de usina nuclear.

Fundada em 1988, a INB - Indústrias Nucleares do Brasil - substituiu a Nuclebras como responsável pelo empreendimento, com o objetivo de coordenar as atividades de todo o ciclo de produção do combustível nuclear.

As restrições financeiras sofridas pelo Complexo Minerioindustrial do Planalto de Poços de Caldas (CIPC), a crise econômica brasileira configurada na década de 80 e as incertezas do programa nuclear brasileiro, resultaram na paralisação das operações do CIPC no final do ano de 1988. Os custos de investimento foram de US\$ 300 milhões, sendo que no período, até 1988, a produção de concentrado de urânio foi de 957 toneladas (119,6 t/ano), inferior à capacidade nominal da usina (500 t/ano) (PRADO, 1994). Em novembro de 1995, a INB anunciou o fim da produção de urânio no município alegando a inviabilidade econômica da mina que funcionou entre 1982 e 1995 e foram produzidas cerca de 1,2 mil toneladas de "*yellow cake*", ou seja, óxido de urânio - U_3O_8 .

Como a mina iniciou sua operação antes do atual arcabouço legal que inclui a obrigação de licenciamento ambiental prévio, durante muito tempo, ela só foi fiscalizada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Segundo o Relatório do Grupo de Trabalho da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados sobre Fiscalização e Segurança Nuclear, a mina e a unidade de beneficiamento de urânio de Caldas, já desativada, operou durante 15 anos apenas com a Autorização para Operação Inicial definida na Norma CNEN-NE-1.04. Ainda segundo o relatório, esta situação estava fora da lei, com a autorização prorrogada várias vezes,



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

pois nunca as instalações adquiriram condições de segurança que permitissem a emissão da Autorização Permanente (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2007).

O rejeito gerado pelo processo de mineração é armazenado em uma área de 29,2 hectares em um sistema que inclui uma barragem de rejeitos com a capacidade volumétrica de 1,97 milhões de m³ e uma barragem chamada "Águas Claras" com volume de 3,9 milhões de m³.

Assim como muitos casos de minas que terminaram as suas atividades, a discussão sobre os benefícios associados a mineração como aumento na arrecadação de impostos ou a geração de empregos é substituída por uma crescente percepção dos impactos "permanentes" e dos riscos. Fica mais clara a contradição entre a curta duração de uma mina diante do rastro que deixa (KIRSCH, 2014).

Além dos resíduos produzidos pela atividade de mineração em si, o local também se tornou um depósito de rejeitos do processo de produção de terras raras da antiga Usina Santo Amaro, que inclui cerca de 1.200 m³ de mesotório (que contém 226Ra e 228Ra) e 7.250 m³ de Torta II (formada por urânio e tório concentrados). Em termos de radiação, estima-se que estão dispostos neste local: 4.8 TBq (130 Ci) de 238U, 15 TBq (405 Ci) de 226Ra e 4.2 TBq (112 Ci) de 228Ra (BRASIL, 2014; RIBEIRO et al., 2017).

METODOLOGIA

O objetivo deste artigo é descrever um pouco da história da mineração de urânio que foi feita em Caldas/MG entre 1982 e 1995 na chamada Mina Osamu Otsumi e algumas das suas consequências. Primeiramente foi feita uma solicitação ao IBAMA para acesso ao processo de licenciamento ambiental pela Lei de Acesso à Informação (Processo nº 02001.001948/98-67) onde foram identificados inúmeros documentos relacionados ao tema proposto, esta etapa foi feita entre os anos de 2020 e 2022, assim, o trabalho descreve o processo até o fim deste ano. Este processo se mostrou uma



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

robusta fonte de informação porque compila dados da empresa responsável e das manifestações do IBAMA e também de outros órgãos de controle.

Para além desta consulta foi feita também uma revisão bibliográfica sobre o tema que incluiu livros e estudos acadêmicos sobre o tema além de alguns desdobramentos que tiveram artigos da mídia. Longe de querer fazer uma descrição exaustiva sobre o caso, o objetivo é trazer alguns elementos de reflexão sobre os impactos causados, principalmente na água, e as dificuldades identificadas com o monitoramento e a adoção de medidas que realmente apresentem uma resolução definitiva aos riscos principalmente vinculados a segurança hídrica.

DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

A mina não possuía um plano de fechamento. Sendo o planejamento um elemento chave para avaliar os impactos, a INB enfrenta problemas de grande magnitude pela ausência deste planejamento (NÓBREGA, 2007). Assim, a área convive hoje com os impactos, principalmente os socioambientais decorrentes das atividades de lavra e beneficiamento de um produto tão delicado como o minério de urânio. Atualmente os conceitos, normas e procedimentos envolvendo o fechamento de mina vêm expandindo, em termos de escopo e responsabilidade, sendo as questões tratadas com muito mais rigor do que há alguns anos, refletindo a mudança nas prioridades públicas e nos imperativos ambientais (FLÔRES e LIMA, 2012).

A área onde ficava a mina a céu aberto deu lugar a um enorme lago de águas ácidas, que se formou no fundo dela, com cerca de 180 metros de profundidade e 1,2 mil metros de diâmetro (KATTAT, 2011). Os efluentes líquidos produzidos, que são radioativos e tóxicos, são mantidos em um sistema de barragens de rejeitos que ocupam 29,2 hectares com a capacidade de armazenagem de um volume de 1 milhão de metros cúbicos (BRASIL, 2014).

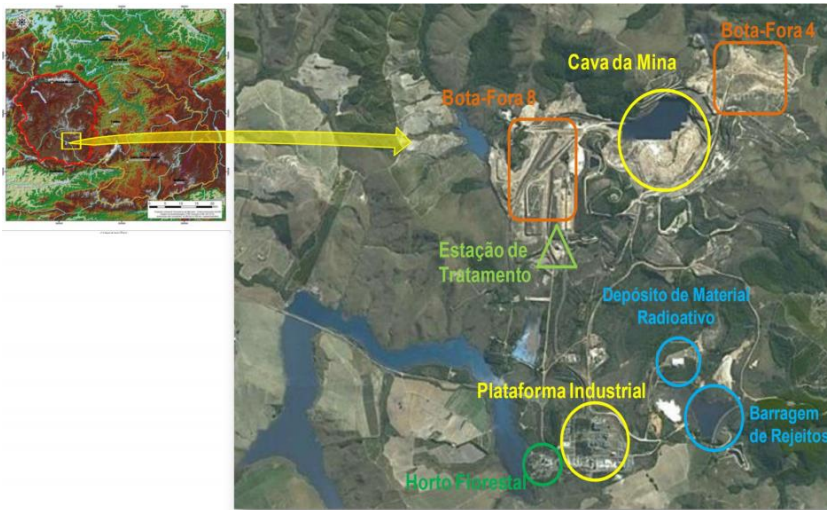
No terreno da INB além da área que engloba a antiga mina e muitos "bota-foras", também há: o parque industrial desativado, a barragem de águas "claras", o depósito



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

de armazenamento de materiais radioativos, os laboratórios de análise, a área administrativa e o pequeno horto florestal, conforme mostrado na Figura 1:

Figura 1: Foto aérea com a localização das instalações



Fonte: IBAMA, 2019; RIBEIRO et al, 2017.

Houve uma reunião entre a Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear (CNEN) e a INB, sobre o depósito de material radioativos, em 2019. Nela, a agência de controle (CNEN) reiterou que a situação existente na área de armazenamento de material radioativo (mesotório e a torta II), tanto nos galpões de armazenamento (C05, C06, C07, C09) quanto nos silos de estocagem era inaceitável e requeria medidas urgentes (CNEN, 2019).

Voltando ao passivo da mina em si, segundo Flôres e Lima (2012), na mina de Caldas, embora tenha se adotado medidas de controle que prevenisse e monitorasse a emissão de elementos radioativos para o ambiente, não se detectou o alto potencial dos rejeitos para a drenagem ácida. Isso endossa o que Kirsh (2014) afirma que, por mais que se façam avaliações de impactos socioambientais, não é rara a detecção póstuma de impactos não previstos.

É preciso considerar as incertezas ambientais, relativas ao conhecimento incompleto dos processos que governam a evolução (natural ou com a inserção do empreendimento) do cenário ambiental, assim como alguns aspectos adicionais dos



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

projetos mineiros. Estes aspectos se referem à singularidade da jazida, dinâmica de desenvolvimento do projeto e rigidez locacional, que diferenciam o setor das demais atividades industriais (SANCHEZ, 1989 apud PRADO, 1994).

A drenagem ácida é decorrente de minerais que contendo sulfetos, em contato com o oxigênio na superfície, produz ácido sulfúrico. Este processo de geração de ácido, altamente corrosivo, uma vez instalado, tende a tornar-se contínuo e perpétuo, se não ocorrer a eliminação de, pelo menos, uma das condições necessárias para o início do processo. Em Caldas, a INB mantinha 160 funcionários próprios e terceirizados para realizar as atividades de controle e monitoramento além de fiscalizar e controlar a entrada de pessoas e animais na área da antiga mina (FLÔRES e LIMA, 2012).

Estima-se que 100 milhões de toneladas de material, contendo sulfetos estão depositadas em 16 pilhas, localmente denominadas de bota-fora expostas ao oxigênio e à processos de infiltração. As águas ácidas produzidas, com pH próximo a 3, são bombeadas e tratadas em uma estação com vazão da ordem de 300 m³/dia com cal para elevar o pH para próximo de 10. O custo do tratamento, que ainda envolve um floculante, foi estimado entre R\$800.000,00 e R\$900.000,00 mensais (FLÔRES e LIMA, 2012). Um estudo realizado por Fernandes et al (1996 apud OCDE, 1999) estimou que no pior cenário, se nada for feito seriam necessários 1.000 anos para que todo material que gera a drenagem ácida fosse consumido.

Foram construídas com o tempo, uma série de pequenas estruturas ou barragens para reter as águas de chuva que passam pelas pilhas de rejeito e se tornam ácidas com o processo de percolação, acoplado a um complexo sistema de reservação e bombeamento que centraliza essas águas para que possam ser tratadas na estação de tratamento (NÓBREGA, 2007; OLIVEIRA et al. 2018). Ainda são necessários estudos atualizados sobre o balanço hídrico do local que considerem todas as águas circulantes e não só a superficial, além das implicações apresentadas pelos novos cenários previstos com as mudanças climáticas.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

Essas águas mesmo que contidas e/ou tratadas causam preocupação, por vários motivos. O primeiro é o processo de percolação e infiltração que pode alcançar o lençol freático e águas superficiais do entorno da mina. Este fator é ainda mais preocupante pela ausência de impermeabilização nos depósitos de rejeitos (SOUZA, SILVEIRA e PEREIRA, 2003; NÓBREGA, 2007). Outra preocupação é o sistema de bombeamento, armazenamento e tratamento que, como todo processo industrial contínuo pode ter falhas. E por último, a sustentabilidade financeira dos processos de tratamento de água. Este processo está ativo a mais de trinta anos fazendo o tratamento desta água para descarte, com milhões gastos e sem previsão de acabar. Uma questão sobre isso é um desafio de como garantir financiamento para processos a longo prazo, que podem chegar a centenas de anos?

Por esses motivos, o descomissionamento e o fechamento da mina são muito importantes no caso de mineração de urânio. Embora as medidas adotadas para a recuperação das áreas sejam semelhantes àquelas dos projetos mineroextrativos em geral (drenagem da área, recomposição topográfica, preenchimento da cava da mina, recobrimento da bacia de rejeitos, recuperação do solo e revegetação), devido à presença de radionuclídeos de meia-vida longa nos rejeitos, a desativação da instalação - descomissionamento - implica também na garantia de estabilidade das estruturas de contenção e imobilização de radionuclídeos por prazos muito longos (de centenas a milhares de anos) (PRADO, 1994).

Outra questão é a capacidade que as estruturas, ou seja as barragens, possuem de reter as águas, principalmente no período de chuvas. Sabemos que um dos impactos das mudanças climáticas é a concentração de chuvas com maiores volumes em curtos espaços de tempo. Garantir a resiliência das estruturas de contenção para este passivo no cenário futuro é, sem dúvida, um desafio.

Além disso, problemas acontecem, denominados pela empresa de "evento não usual". Como no dia 25 de setembro de 2018, quando a INB identificou que a água na saída do extravasor estava turva e, prontamente, comunicou aos órgãos fiscalizadores -



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

IBAMA e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) - e ao Ministério Público Federal (INB, 2019). Depois de um processo longo de estudos e contratação de empresa para fazer a obra para sanar este problema, a mesma ficou pronta em junho de 2019.

Diante desse quadro de vulnerabilidades, estudos demonstram como os córregos próximos foram impactados, como o Córrego da Consulta que está inserido em uma das três bacias hidrográficas onde fazem parte da área do empreendimento (OLIVEIRA et al, 2018). Um estudo feito por Souza e colaboradores (2013) concluiu que em alguns aspectos, o córrego, vizinho a mina em Caldas, tem composição similar às águas internas da mina. Além de apresentar altas concentrações de urânio, maiores do que as encontradas naturalmente no local. O impacto ambiental ocorre em decorrência da liberação de elementos traços da mina (urânio, arsênio, manganês, bário, céσιο e chumbo) no córrego vizinho, em função do alto poder de mobilidade do líquido que percola a área da disponibilidade desses elementos.

Em outro estudo realizado por Oliveira (2018) e colaboradores que analisaram sedimentos dos rios antes e depois da mina, foram encontradas concentrações mais altas de Arsênio, Molibdênio, Chumbo, Boro, Manganês, Zinco e Bário, além dos radionuclídeos ^{238}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{228}Ra e ^{232}Th , se comparados com os valores antes da mina. As concentrações de radionuclídeos, quanto a sua respectiva radiação, não ultrapassaram o valor limite, acima do qual são esperados efeitos nocivos sobre organismos que vivem nos sedimentos em água doce. No entanto os valores das concentrações de arsênio, chumbo e zinco ultrapassaram o limite de concentração acima da qual frequentemente são esperados efeitos biológicos adversos.

Seguindo o caminhos das águas, surgiu uma preocupação que até outros municípios, que fazem parte da mesma bacia hidrográfica também podem ser impactados, como é o caso de Poços de Caldas. O município tem parte da sua área na mesma sub-bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas, onde se encontra a Represa Bortolan, um pitoresco ponto turístico da cidade. A preocupação ainda é maior pela



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

represa, ser um potencial manancial no caso de escassez hídrica, o que já aconteceu no passado (CMPC, 2010).

Efeitos que podem ser relacionados com a mineração foram relatados por Ferrari (2010) em pesquisa realizada nesta represa entre 2008 e 2009, sendo encontrados valores de concentração de manganês e de urânio acima dos limites previstos na Resolução CONAMA 357/05, além de variações de outros elementos que influenciaram de forma negativa na comunidade zooplânctônica. O estudo ainda afirma que na Represa das Antas, as condições químicas da água no período estudado estiveram relacionadas ao impacto da mineradora que provavelmente liberou efluente tratado em condições inadequadas.

De forma a avaliar melhor a questão, em 2010, em Poços de Caldas, criou-se a Comissão das Águas, coordenada pela vereadora e médica Regina Cioffi. Essa comissão surgiu a partir de informações de que as águas da Bacia de Águas Claras, antiga Bacia de Captação da Unidade de Tratamento de Minérios da INB em Caldas, teriam sofrido um dano ambiental em função da passagem de uma quantidade do material que se encontra depositado na Bacia de Decantação D4. Além deste fato, houve o interesse de se investigar as concentrações de metais e a microbiologia das microbacias do Ribeirão das Antas, do Cipó e do Bortolan, para que fosse estabelecido um panorama da qualidade das águas que atravessam o município de Poços de Caldas.

O estudo, chamado "Avaliação da Qualidade das Águas e Sedimentos das Microbacias do Ribeirão das Antas e do Ribeirão de Caldas no Planalto de Poços de Caldas"², foi feito em parceria com várias instituições: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE); Câmara Municipal de Poços de Caldas (CMPC); Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo (CBH); Departamento de Meio Ambiente da Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente da Prefeitura de Poços de Caldas (DMA);

² Disponível em: https://www.pocosdecaldas.mg.leg.br/legislacao/gt_relatorio_tecnico_versao_cnen-inb_19-03-12.pdf



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

Departamento Municipal de Água e Esgoto – Poços de Caldas (DMAE); Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e a Diretoria de Recursos Minerais das Indústrias Nucleares do Brasil.

O relatório conclui que segundo as análises feitas, não havia qualquer tipo de impacto radiológico nas águas de abastecimento utilizadas pela zona urbana do Município de Poços de Caldas. Conclusão semelhante a outro estudo feito por Ferreira e colaboradores, publicado em 2014. O estudo aponta que avanços são necessários no monitoramento ambiental, pois não há definição por meio de portaria do Conselho Nacional de Meio Ambiente para os parâmetros de Tório e dos isótopos ^{226}Ra , ^{228}Ra e ^{210}Pb .

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os espaços para a sociedade refletir sobre estes processos de forma coletiva começam a ser mais frequentes, por meio de audiências públicas, eventos acadêmicos ou encontros da sociedade civil como o realizado em 2019, em Poços de Caldas, chamado "Caldas deu urânio ao Brasil, mas o que restou?"³. O evento reuniu especialistas e pessoas em geral interessadas pelo tema e pelo programa nuclear brasileiro, que tem planos de ampliação incluindo a previsão de abertura de outras minas. O nome do evento fazia referência ao slogan "Caldas dá urânio ao Brasil" utilizado pelo governo na década de 70 mostrando que a mina em Caldas deveria ser fonte de orgulho para aquela população.

Tanto nas audiências públicas da câmara municipal do município de Poços de Caldas (CMPC, 2010) quanto neste evento, a falta de acesso aos dados de monitoramento ambiental foi uma das questões abordada. Enquanto a INB publicava os dados relacionados ao monitoramento ambiental de outras unidades, os dados

³ Mais informações em: <https://www.pocosja.com.br/cidade/2019/09/17/uranio-em-caldas-pocos-recebe-evento-com-especialistas-e-autoridades-sobre-passivo-ambiental/>



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

referentes ao programa de Caldas não constava na página eletrônica da empresa, recentemente foram incluídos⁴.

Esta ausência de acesso público e aberto da população aos dados, junto aos riscos conhecidos e associados a radiação geraram um ambiente propício para o aumento da preocupação dos moradores. Fato comprovado pela repercussão de uma notícia veiculada nas redes sociais relatando que a água distribuída pelo Departamento de Água e Esgotos de Poços de Caldas estaria contaminada com altos teores de urânio. Esta notícia gerou muitas reclamações no órgão e os responsáveis pelo sistema vieram a público desmentir a informação em uma entrevista coletiva⁵.

Outra preocupação da população é o impacto da exposição à radiação na saúde pública principalmente a sua relação com os diferentes tipos de cânceres. Em 2005 foi realizado pela Secretaria Estadual de Saúde, em Poços de Caldas, o 1º Fórum de Vigilância dos Cânceres relacionados ao Meio Ambiente e a Ocupação do Planalto. Para a coordenadora do Programa de Avaliação e Vigilância do Câncer e seus Fatores de Risco, Berenice Navarro Antoniazzi, a radiação podia ser um dos fatores para explicar a alta incidência da doença na região Sul do Estado (RENAST, 2005).

Para uma melhor avaliação sobre o tema, foi feito um estudo relacionando a radioatividade natural como fator de risco para câncer, o Projeto Planalto Poços de Caldas – Minas Gerais – Brasil – 2004 a 2009 realizado pela Secretaria do Estado de Saúde de Minas Gerais. Segundo a Secretaria, o estudo nasceu da necessidade de dar resposta à população sobre sua preocupação relacionada com a possível influência das condições ambientais da região sobre a saúde humana. Uma das conclusões foi que se necessitava de um Registro de Câncer de Base Populacional de Poços de Caldas (RCBP) para se estabelecer o cenário do câncer. Apenas esse tipo de registro geraria dados de incidência, que é uma informação, que naquele momento ainda inexistente, nesses

⁴ Disponível em: <http://www.inb.gov.br/pt-br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Resultados-do-monitoramento-ambiental>

⁵ Disponível em: <https://www.jornaldacidade1.com.br/agua-que-abastece-pocos/>;
<https://pocoscom.com/diretor-do-dmae-desmente-boatos-sobre-contaminacao-por-uranio-na-agua/>



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

municípios. Assim, apenas o RCBP poderia responder sobre a real ocorrência da doença na população e das condições relacionadas à sua causalidade (SECRETARIA DE SAÚDE, 2009). Todos os estudos sobre as questões de saúde apresentados aqui recomendam que mais estudos com grupos maiores sejam feitos para que os resultados possam ser confirmados e validados.

Já se passaram 35 anos do fim da mineração no local, no entanto, ainda não foram tomadas medidas efetivas de solução dos passivos da mineração. Com o envio dos resíduos nucleares de mesotório e Torta II para o local aumentou ainda mais os riscos. Há um crescente envolvimento de órgãos públicos de controle e monitoramento nas ações incluindo a esfera jurídica, com uma forte ação nos últimos anos, mas esse esforço ainda não conseguiu definir uma data para uma solução definitiva.

Deixo como mensagem final, a triste conclusão de que estamos longe de um fim nesta história que comprova o que Hajer (2002) já havia detectado em outros casos:

"os novos perigos nucleares, químicos, genéticos, ou ecológicos não respeitam limites geográficos e temporais; eles são difíceis de compensar, são geralmente excluídos de qualquer forma de seguro, e pode apenas parcialmente ser atribuído responsabilidade em relação a casualidade, culpa, ou responsabilização de atores específicos (Hajer, 2002, tradução da autora).

Assim, há uma necessidade de campos relacionados com a engenharia seja os envolvidos nas escolhas para a geração de energia ou nos processos de controle ambiental reflitam sobre os casos passados de mineração de urânio no país para uma discussão mais elaborada sobre os projetos novos de mineração de urânio propostos no país que considerem as lições deixadas em Caldas.

REFERÊNCIAS

BECK, Ulrich. **Sociedade do Risco: Rumo a uma outra modernidade**. 1ª Edição. São Paulo: Editora 34 Ltda. 2010.

BRASIL, **National Report of Brazil for the 5th Review Meeting of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management**. Outubro de 2014.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

CÂMARA DOS DEPUTADOS, **Relatório do Grupo de Trabalho Fiscalização e Segurança Nuclear**. Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Relator: Deputado Edson Duarte. Brasília-DF, 2007.

CMPC, Câmara Municipal de Poços de Caldas. **Ata da Segunda Reunião do Grupo Técnico de Trabalho para Discutir Possíveis Agravos Ambientais com Repercussão nas Águas do Município de Poços de Caldas** - Reunião realizada em 20 de outubro de 2010.

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear. Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear. Coordenação de Instalações Nucleares. **Ata de reunião entre a CNEN e a INB sobre o Licenciamento nuclear da UTM-IBAMA - Caldas/MG** - Reunião realizada em 21 de março de 2019.

CORREIO DA MANHÃ. **Usina de Poços é a Esperança de Minas**. 1º Caderno. Belo Horizonte. Publicado em: 13 de julho de 1967.

COSTA,P.C.G.; DELGADO,S.L.; CARMO,C.C.C. .**Projeto Hidrogeoambiental das Estâncias Hidrominerais de Poços de Caldas**. COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2001.

FERRARI, Carla R., **Avaliação de Efeitos Ambientais de Efluentes Radioativos de Mineração de Urânio Sobre Características Físicas, Químicas e Diversidade da Comunidade Zooplanctônica na Unidade de Tratamento de Minérios, Represa das Antas e Represa Bortolan, Poços de Caldas (MG)**. Dissertação de Mestrado - Instituto de Biotecnologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FERREIRA, Adriano Mota, VILLEGAS, Raul A. S. e FUKUMA, Henrique Takuji. **Avaliação da Presença de Norm no Tratamento de Água do Município de Poços de Caldas - Resultados Preliminares**. In: *International Joint Conference RADIO 2014: Gramado/RS*, 2014.

FLÔRES, José Cruz do Carmo; LIMA, Hernani Mota de. **Fechamento de Mina: Aspectos Técnicos, Jurídicos e Socioambientais**. Ouro Preto/MG: Editora UFOP,2012.

HAJER, Maaten A.. **The Politics of Environmental Discourse – Ecological Modernization and the Policy Process**. Oxford - Reino Unido: Claredon Press. 2002.

IAEA - International Atomic Energy Agency. **IAEA Nuclear Energy Series - Overcoming Barriers in the Implementation of Environmental Remediation Projects. No. NW-T-3.4**: IEA:Viena, 2013. Disponível em: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>. Acesso em: 17 de julho de 2020.

IBAMA. **Barragens de Radionuclídeos no Âmbito do Licenciamento Ambiental Federal: O caso UTM-Caldas**. Apresentação feita por Carmo, Heliton Fernandes. Coordenador de Licenciamento de Mineração - COMIP/DILIC/IBAMA. 2019.21 slides.

INB, **Perguntas Frequentes**. Data da última atualização: 25/03/2019. Disponível em: <http://www.inb.gov.br/Contato/Perguntas-Frequentes>. Acesso em: 13 abril 2020.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

KATTAT, Eduardo. Justiça obriga indústria nuclear a tratar rejeitos da extração de urânio. Primeiro complexo de extração de urânio no Brasil gera temor de contaminação. **Agência Estado**, 02 de fevereiro de 2011.

KIRSCH, Stuart. **Mining Capitalism: the relationship between corporations and their critics**. Oakland, Califórnia: University of California Press. 2014.

MPF-MG - **Ministério Público Federal de Minas Gerais**. MPF em Minas Gerais envia à CNEN e à INB proposta de TAC para barragem de rejeitos nucleares. 24 de abril de 2019. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/noticias-mg/mpf-mg-envia-a-cnem-e-a-inb-proposta-de-tac-para-barragem-de-rejeitos-nucleares>. Acesso em: 29 junho 2020.

NÓBREGA, Flávia Andrade, **Análise de múltiplas variáveis no Fechamento de Mina - Estudo de Caso da Pilha de estéril BF-4, Mina Osamu Otsumi, INB Caldas, Minas Gerais**. Dissertação de mestrado - UFOP, Ouro Preto, 2007.

OCDE. Organization for Economic Cooperation and Development/Nuclear Energy Agency. **Environmental Activities in Uranium Mining and Milling**: Paris, França. 1999.

OLIVEIRA, Priscila Emerenciana da Silva; CARVALHO FILHO, Carlos Alberto; MOREIRA, Rubens Martins; RAMOS, Maria Eduarda Alves Ferreira; SILVA, Nivaldo Carlos, Avaliação da Qualidade de Sedimentos Fluviais no Entorno da Mina de Urânio de Caldas. **Geonomos**, 26(2), 31-40, 2018.

PRADO, Valéria Cristina dos Santos. **O impacto da produção de concentrado de urânio sobre a qualidade da água dos rios - Um estudo de caso na área do Complexo Minerário Industrial de Poços de Caldas**. Dissertação de mestrado - UFRJ, Rio de Janeiro, 1994.

RENAST - Rede Brasileira de Saúde do Trabalhador. Sul de Minas tem alto índice de câncer. **Plataforma Renast Online**. Disponível em: <http://renastonline.ensp.fiocruz.br/noticias/sul-minas-tem-alto-indice-cancer>. Acesso em: 29 junho de 2020.

RIBEIRO, Saulo F. Q. ; LAGE, Ricardo F.; GOMES, Danielle E.; OGAWA, Iukio. **Use of Project Management Approach for Planning of Decommissioning Activities of a Uranium Mining Site**. In: International Nuclear Atlantic Conference - INAC, Belo Horizonte, MG, 2017.

RODRIGUES, Léo, Com risco de romper, barragem de rejeito nuclear em MG deve ter plano de ação emergencial. **EBC - Empresa Brasileira de Comunicação**, Rio de Janeiro, 16 de novembro de 2019.

SOUZA, Ariadne Marra; SILVEIRA, Carla Semiramis e PEREIRA, Ronaldo Mello. Contribuições dos metais provenientes das pilhas de rejeito da mina Osamu Utsumi a drenagens do Complexo Alcalino de Poços de Caldas, Minas Gerais. **Geochimica Brasiliensis** 27(1): 63-76, 2013. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/geobras/article/viewFile/10102/9416>. Acesso em: 19 junho 2020.