

Avaliação da concentração de ^{222}Rn na atmosfera no interior das Termas e Balneário da cidade de Poços de Caldas

Adriana Moreira de Carvalho¹

RESUMO

O radônio é um gás nobre com meia vida curta resultante do decaimento do rádio e urânio. Encontram-se no ar, solo e água. Quando se trata do Radônio (^{222}Rn) no ar, podem estar na atmosfera ou no interior dos ambientes. Se o local estiver com pouca ventilação facilita o acúmulo do ^{222}Rn e dependendo do tempo e da quantidade de exposição podem ocasionar danos à saúde humana. O planalto de Poços de Caldas localiza-se ao sudoeste do estado de Minas Gerais é reconhecido internacionalmente por apresentar anomalias radioativas devido à composição das rochas. A cidade possui também ocorrências de águas termais sulfurosas, que trazem incorporadas as mesmas o ^{222}Rn . Estabelecimentos com presença de águas termais, podem ter este gás mais evidenciado, como é o caso do Balneário Mário Mourão e das Termas Antonio Carlos, objeto de pesquisa deste artigo. Nestes recintos a água chega através da tubulação até as banheiras usadas para banhos terapêuticos. Estes ambientes ocupacionais começaram a despertar interesse por pesquisas acadêmicas, pois são locais a que estão expostos diariamente ao ^{222}Rn os trabalhadores. O objetivo deste artigo foi avaliar os níveis de concentração de ^{222}Rn dentro dos recintos tanto para o Balneário quanto para as Termas. Para medir a concentração de ^{222}Rn foram usados detectores do estado sólido CR-39. Foram fixados 14 detectores nas Termas e 8 detectores no Balneário. Estes detectores permaneceram por 6 meses nestes locais. As concentrações analisadas demonstraram que os valores medidos estão dentro dos padrões tidos como toleráveis.

Palavras-chave: Radônio; Balneário Mário Mourão; Termas Antonio Carlos; Concentração; Poços de Caldas.

¹ Aluna Especial –Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP .Brasil. adrianacarvalho71@gmail.com

INTRODUÇÃO

Ao contrário do que se pensa, grande parte da nossa dose diária de radiação vem de fontes naturais, representado por 80% da exposição da população mundial, outras fontes de radiação artificial representam menos de 1% da dose coletiva anual de todas as fontes de radiação e o restante resulta da exposição de origem médica (ANTONIAZZI, 2013)

O gás, o radônio (^{222}Rn) produzido no interior das rochas e solos difunde-se com facilidade através de fissuras, tubulações e lençóis freáticos até alcançar a superfície terrestre (MARQUES, 2004).

O ^{222}Rn é resultante do decaimento do rádio e urânio. Mas o ^{222}Rn também decai e gera os "filhos do radônio" que podem se espalhar no ambiente sob a mobília dificultando sua medição e que podem ser mais perigosos se não estiver em equilíbrio que o próprio ^{222}Rn .

O planalto de Poços de Caldas localiza-se ao sudoeste do estado de Minas Gerais e é reconhecido internacionalmente por apresentar anomalias radioativas (ANTONIAZZI, 2013).

A descoberta de terras raras na região, tais como urânio e tório e outros elementos coloca a região em destaque, tanto como um potencial para extração de minerais quanto para a ocorrência destas anomalias radioativas, devido à presença das rochas radioativas.

Áreas com alto nível de radiação de fundo encontradas em alguns solos são devidas às condições geológicas e efeitos geoquímicos e causam aumento da radiação terrestre. Trabalhos de pesquisa no mundo e, especificamente no Brasil, mostram estas condições (KUMAR *et al.*, 2008).

Estudos realizados na Europa, Canadá e Estados Unidos da América têm demonstrado que a inalação do ^{222}Rn pode ter impacto importante sobre a saúde humana. Estima-se que 43% da dose efetiva de radiação natural recebida pelo homem ao longo de uma vida de exposição sejam decorrentes do ^{222}Rn e seus filhos (ANTONIAZZI, 2013).

Avaliações dos efeitos sobre a saúde, ocasionados pela exposição do ^{222}Rn , foram em sua grande maioria, baseados em estudos epidemiológicos de populações

humanas. Tais estudos já indicaram que o ^{222}Rn é classificado como um carcinógeno classe I (IARC, 1986).

Reconhecendo a importância do ^{222}Rn como fonte de exposição à radiação os órgãos responsáveis estipularam limites permissíveis (ANTONIAZZI, 2013).

Tal relevância tem o assunto que de 2010 a 2012 a Secretaria de Saúde de Minas Gerias em parceria com outros órgãos iniciou medições da radiação natural em algumas residências na cidade de Poços de Caldas e algumas cidades próximas. Os resultados foram divulgados em um livro intitulado Projeto Planalto Poços de Caldas.

As medições realizadas na ocasião pela Secretaria não contemplaram o Balneário e as Thermas, locais importantes para serem monitorados, pois abrigam pontos de insurgências de águas termais sulfurosas, que por si só contém o ^{222}Rn naturalmente.

O objetivo deste artigo foi avaliar a concentração de ^{222}Rn no ar, em ambientes internos de convívio humano, como os estabelecimentos Balneários com ocorrência de águas termais sulfurosas e comparar os resultados com os valores permissíveis pelas legislações vigentes.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em conjunto com o Balneário Mário Mourão, Thermas Antonio Carlos, DMAE e CNEN.

Para a determinação do radônio na atmosfera em recintos fechados foram instalados detectores fixos do tipo CR39 SSNTD (Solid State Nuclear Track Detector).

Os detectores foram colocados na parede a cerca de 1 metro de distância do chão, nas Alas femininas e masculinas (salas individuais com banheiras), rol de entrada do Balneário e das Thermas, focando onde há permanência constante de pessoas e nos pontos de insurgências das águas termais sulfurosas.

O detector foi colocado nas paredes das Thermas e do Balneário, presos por um colante, por 6 meses, em épocas diferentes. No Balneário Mário Mourão foi de março de 2014 a outubro/2014, contemplando 3 estações do ano: outono, inverno e primavera e nas Thermas Antonio Carlos de dezembro de 2014 a Julho de 2015, contemplando

as estações do ano: verão, outono e inverno. Uma vez retirados os detectores foram encaminhados para o laboratório da CNEN (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR) para os respectivos trabalhos de determinação da concentração do ^{222}Rn .

O CR39 é um detector de medida contínuo com traços nucleares do estado sólido, sensível a radiação alfa. No método de detecção com detectores sólidos de traços nucleares, quando uma partícula pesada incide sob a superfície do detector, provoca um desarranjo na sua estrutura molecular (traço).

O CR 39 é transparente e cria um contraste entre o traço produzido e o próprio corpo plástico. Assim, para tornar possível a visualização é necessária a realização do ataque químico para alargar os traços. Sua superfície é dissolvida por uma solução básica (Mishra ET AL, 2005), no caso, 30% KOH por 5,5 horas a 80°C. A velocidade com que a solução dissolve o plástico ao longo do traço é menor que a velocidade na região não danificada (Tommasino, 1980) os dados obtidos no detector plástico, este precisa passar por um ataque químico para tornar possível a visualização de seus desarranjos moleculares em microscópio ótico. Os traços formados no detector CR39 possuem aproximadamente 10 nanômetros de diâmetro.

O formato do traço visualizado é resultado da função direta do ângulo de observação. Quando observado transversalmente à superfície do detector se parece com um cone e quando observado sobre a superfície do detector assemelha-se a um eclipse ou círculo, conforme Figura 1.

Figura 1. Imagem da superfície de um CR-39 após a revelação



Fonte: Imagem microscópio CDTN, 2012

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 27 detectores CR-39 afixados nas paredes do ambiente interno das Termas Antonio Carlos e do Balneário Mário Mourão 5 unidades haviam sido extraviadas, podendo considerar uma perda de aproximadamente 20%. Os detectores extraviados do Balneário Mário Mourão estavam localizados na Ala feminina (banheira número 9) e outro no ponto de insurgência das águas termais sulfurosas. Nas Termas os detectores extraviados estavam localizados na Ala masculina (banheira número 26), na sala de inalação e no Fontanário Pedro Botelho.

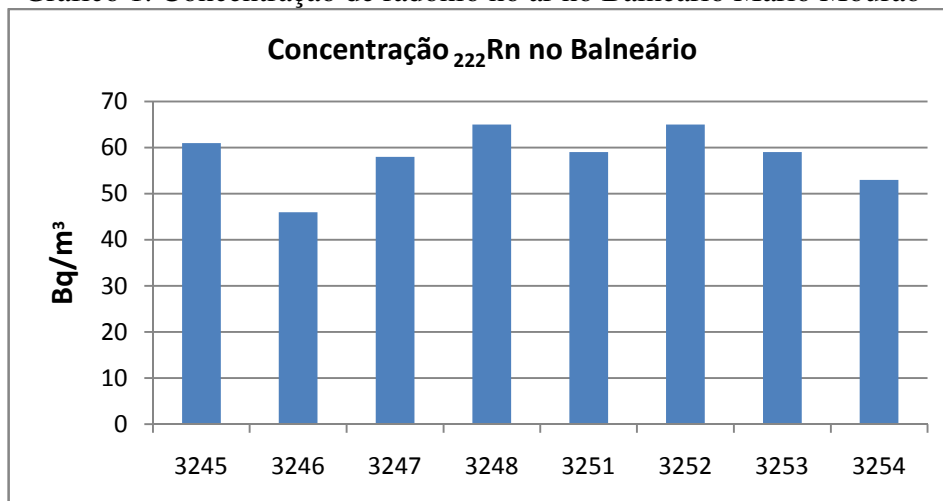
O laboratório da CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear realizou a contagem dos traços de fissão. As identificações dos pontos encontram-se nas Tabelas 1 e 2 e os resultados nos respectivos Gráficos 1 e 2.

Tabela 1. Concentração de radônio no ar no Balneário Mário Mourão

Nº amostra	Local	Resultado
3245	*Ala Masculina	61± 5**
3246	Recepção	46± 7
3247	Ala Feminina 03	58± 8
3248	Ala Masculina 09	65± 5
3251	Ala Masculina 01	59±15
3252	Ala Masculina 05	65± 6
3253	Ala Feminina 06	59± 3
3254	Ala Masculina 03	53± 7

Fonte: dados pesquisa, 2015 * Banheiras** desvio padrão

Gráfico 1. Concentração de radônio no ar no Balneário Mário Mourão



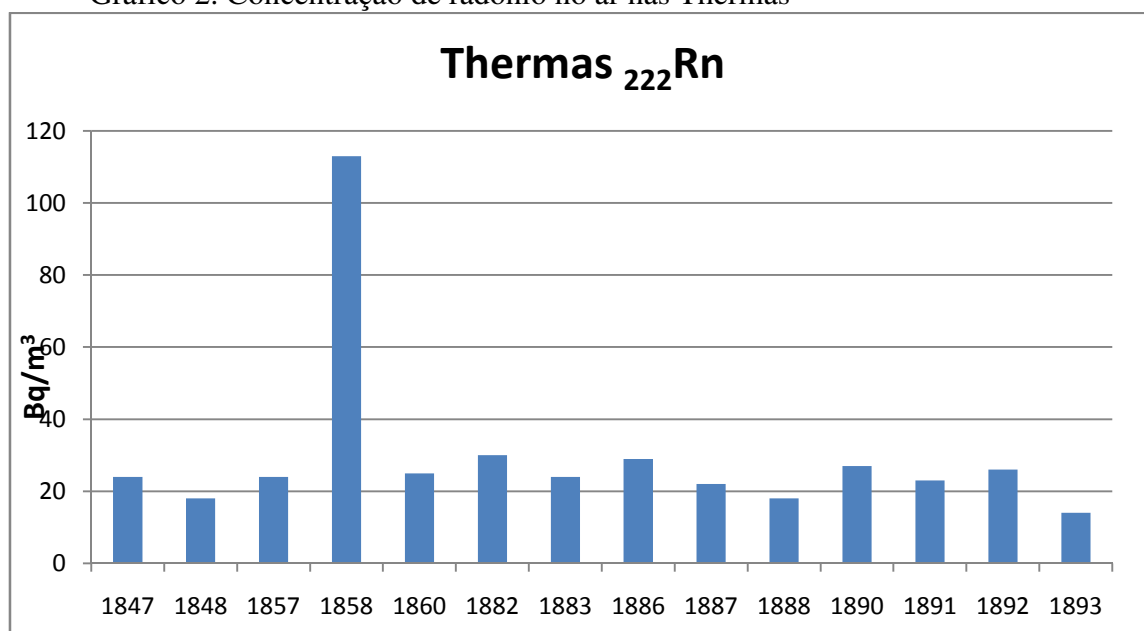
Fonte: dados pesquisa, 2015

Tabela 2. Concentração de radônio nas Thermas Antônio Carlos

Nº amostra	Local	Resultado
1847	Escritório	24± 8**
1848	Hall de entrada lado direito	18± 6
1857	Oficina	24± 10
1858	Ponto de insurgência	113± 14
1860	Sala diretoria	25± 10
1882	Sala fisioterapia	30±14
1883	*Ala Masculina 05	24± 8
1886	Ala Feminina 15	29± 8
1887	Ala Feminina 19	22± 10
1888	Ala Feminina 06	18± 6
1890	Ala Masculina 10	27± 6
1891	Ala Masculina 22	23± 4
1892	Ala Feminina 01	26± 10
1893	Hall de entrada lado esquerdo (balança)	14± 8

Fonte: dados pesquisa, 2015 *Banheiras ** desvio padrão

Gráfico 2. Concentração de radônio no ar nas Thermas



Fonte: dados pesquisa, 2015

Embora a determinação do ²²²Rn seja simples, existem alguns fatores que podem causar interferências na medição, tais como o Torônio (presentes nas paredes de alvenarias), e outros fatores ainda desconhecidos. Talvez isto se enquadre no questionamento feito do fato de certos pontos, mais especificamente nas Thermas Antonio Carlos apresentaram um desvio padrão acima de 20%, excedendo o limite estipulado para este tipo de análise.

Mesmo assim o método de CR39 é o mais reconhecido internacionalmente até o presente momento, pois possuem algumas vantagens, tais como: são robustos e fáceis de instalar e usar, economicamente viáveis e de processamento simples, são caracteristicamente insensíveis a radiação beta e a radiação gama e não são afetados pela umidade, por baixas temperaturas, por aquecimentos moderados ou pela luz.

Porém, como qualquer tipo de detector, o SSNTD também apresenta algumas desvantagens além das interferências, como por exemplo, requerem períodos mais longos de exposição, de 3 a 6 meses.

Em favor da validade do uso de detectores SSNTD CR-39, tem-se a sua comprovada eficácia corroborada em várias pesquisas realizadas em diferentes partes do globo terrestre.

Existe uma norma da World Health Organization (2009) recomendando que as concentrações de radônio em ambientes internos sejam menores que 100 Bq/m³.

Porém a Agência Internacional de Energia Atômica (2014) estabeleceu que a concentração máxima de radônio no ar em ambientes internos pode ser até 300 Bq/m³.

No Brasil como não existe uma norma para concentração de radônio indoor, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) segue a norma da Organização Mundial da Saúde.

Veiga ET AL (2002) realizaram um levantamento da exposição indoor ao ²²²Rn para área urbana e encontraram um valor médio de concentração de 60 Bqm³, não caracterizando uma exposição elevada.

Os valores de ²²²Rn no ar encontrados para o Balneário Mário Mourão variam de 46 a 65 Bq/m³ e para as Thermas Antonio Carlos variam de 14 a 113 Bq/m³.

Conforme resultados do valor do radônio analisados para Balneário Mário Mourão verificou-se que todos os 08 pontos analisados encontravam-se dentro do limite que determina a legislação. A média registrada foi de 58,25 Bq/m³. Para os 14 (quatorze) pontos analisados das Thermas, (6) seis a mais do que no Balneário, pois a estrutura física da mesma é maior do que a do Balneário, verificou-se que todos estão dentro do limite que determina a legislação. A média registrada foi de 29,78 Bq/m³.

Um dos pontos onde o valor do radônio poderia estar alterado seriam os pontos de insurgências das águas, embora nestes locais não se tenha a presença constante de trabalhadores, justamente pela localização destes pontos que fica no subsolo por ser mais fechados que os outros e por receber diretamente a água termal sulfurosa que acaba de emanar, facilitando assim o acúmulo do gás radônio, o valor encontrado nas Thermas foi de 113 Bq/m³, ainda assim está bem pouco acima do que recomenda a legislação. Não foi possível obter o valor do radônio no ponto de insurgência do Balneário Mário Mourão devido ao extravio do detector, mencionado anteriormente.

CONCLUSÃO

As concentrações de radônio no interior do Balneário Mário Mourão e das Thermas Antonio Carlos medidas através dos detectores CR-39 demonstram que os valores aqui encontrados estão dentro dos padrões tidos como toleráveis. Entretanto, é recomendável que além de um monitoramento eventual, mais pesquisas

sejam realizadas para determinar a dose recebida de radônio pelos trabalhadores dos respectivos estabelecimentos. Para tanto se faz necessário um estudo epidemiológico mais específico nestes estabelecimentos.

Pois estudos apontam que os resultados identificados em experimentações com doses abaixo do limite permissível podem ainda não representarem um limiar de segurança absoluta. Assim, consegue-se analisar que a radiação alfa, proveniente do gás ^{222}Rn , mesmo em pequenas doses, se continuamente recebida, pode ser prejudicial à saúde.

Afinal, o controle dos níveis de concentração do ^{222}Rn é um mecanismo importante para garantir que os ambientes domésticos e ocupacionais estejam seguros para o desempenho das atividades humanas no que se refere à exposição à níveis comprovadamente prejudiciais de radiação.

REFERÊNCIAS

Antoniuzzi.B.N.;Silva.N.C.;Cunha.T.N.;Otero.U.B. (2013) Projeto Planalto Poços de Caldas. Pesquisa Câncer e Radiação Natural-Incidência e Comportamento de Risco. Secretaria de Estado de Minas Gerais. Brasil. 199 pg.

International Atomic Energy Agency. Radiation \protection and Safety of Radiation Sources:International Basic Safety Standards,2014.

IARC - International Agency for Research on Cancer. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans: Tobacco smoking. Vol 38. Lyon: IARC, 1986.

KUMAR, R., MAHUR, A.K., RAO, N.S., SENGUPTA, D., PRASAD, R. Radon exalation rate from sand samples from the newly discovered high background radiation area at Erasma beach placer deposit of Orissa, India. **Radiation Measurements**, v. 43, p. S508-S511, 2008.

Marques, A.L.(2004) Direct measurement of radon activity in water from various natural sources using nuclear track detectors. *Appl Radiat Isot* ; 60: 801-4.

Mishra,R.,Orlando,C.,Tomasino,L.,Tonnarini,S.&Trevisi,R.(2005).A Better understanding of the background of CR39 detectors.*Radiation measurements*,Vol.40,pp.325-328.Elsevier

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. Situação do câncer em Minas Gerais e suas Macrorregiões.v.2,2013.

Tommasino,L.1980. The presente state of track etch processes in radiation dosimetry. Radiation protection dosimetry, nuclear technology publishing 34 (1/4): 1-4

Veiga L.H.S,Koifman, S.Melo V, Sachet I, Amaral E C S. (2002) Estimating indoor radon risk at Brazilian área of high natural radiation . J. Environ Radioact. 70:161-76

WHO–World Health Organization. (2009). Handbook on Indoor Radon. A Public Health Perspective, Switzerland: WHO press, 2009.