



Radipetro - sistema de monitoramento da radioatividade em instalações de petróleo - (avaliação de residências e comunidades)

R.A. Petta^{1,2}; T. F. C. Campos^{1,2}

Recebido 08 de novembro de 2013/ Aceito em 19 de fevereiro de 2014

¹LAGEOMA- Laboratório de Geomática - Depto de Geologia UFRN - Campus Universitário - Natal (RN) 59072-970 - petta@ccet.ufn.br ²LARANA - Laboratório de Radioatividade Natural - Depto de Geologia UFRN - Campus Universitário - Natal (RN) 59072-970 - tcampos@geologia.ufn.br

Resumo

O Radônio interior é um dos maiores problemas de saúde pública da atualidade. Entretanto sua prevenção e consequente mitigação podem ser controladas a partir da determinação dos possíveis fatores de risco que possam contribuir para a sua acumulação em residências ou instalações. Este trabalho examina fatores específicos de risco do Radônio utilizando técnicas de Geomática para construir um diagnóstico ambiental das feições de saúde pública e da radioatividade natural nas habitações que se encontram inseridas, ou nas vizinhanças do Campo de Petróleo do Canto do Amaro (Mossoró - RN). Foi avaliada a distribuição do Radônio (interior) nestas residências e a definição do “Risco Radônio”, através de amostragem emanométrica (ativa e passiva) bem como medições espectrométricas da radioatividade Gama superficial regional, definindo-se quais são os elementos radioativos responsáveis pela radiação Gama Total (U, Th e K) e pela radiação alfa (²²²Rn). Ao longo de duas expedições (estação seca e úmida) foram coletados dados em residências e nas proximidades do campo petrolífero, visando detectar a variação de fundo da radioatividade natural superficial e estabelecer os valores regionais usados para a comparação dos resultados. Os resultados obtidos demonstram que cerca de 50% das residências estudadas possuem valores médios de Radônio acima do limite admitido pelos organismos internacionais, que preveem uma taxa média de radiação (Gama + Alfa) de 64,5 mSv para 30 anos. Com base nesta avaliação, foi identificado que população das imediações do campo petrolífero do “Canto do Amaro” da Bacia Potiguar está exposta ao um risco de Radiação Natural de grau médio a alto. A análise dos dados geológicos e da radioatividade regional demonstra que a profundidade do Calcário Jandaíra não teve relação significativa com a acumulação de Radônio residencial. Entretanto as características do carste subjacente à área, tais como os fluxos de água no subsolo, rachaduras, fissuras e cavernas, provavelmente facilitam o transporte e acumulação de gás Radônio e pode desempenhar um significativo papel no padrão de Radônio irregular detectado em algumas anomalias notificadas. No entanto, também é possível que haja outra fonte de Radônio mais perto da superfície que não foi identificada, mas que uma pesquisa suplementar poderia elucidar. O tamanho da casa não foi identificado como um fator de risco, mas casas mais antigas e menores apresentaram maiores numero de anomalias.

Palavras Chaves: Petróleo, Mossoró, Radônio, Radioatividade Natural.

Abstract

The Radon natural radioactivity is one of the greatest public health problems at present. However its prevention and consequent mitigation can be controlled from the determination of possible risk factors that may contribute to its accumulation in homes or industrial compound. This paper examines specific Radon risk factors using Geomatics techniques to construct an environmental diagnosis of the features of public health and natural radioactivity in residences that are inserted or in the vicinity of Oil Field Canto do Amaro (Mossoró - RN) . The distribution of Radon (interior) in these homes and the definition of "Radon Risk" was measured through emanometric sampling (active and passive) and spectrometric measurements of regional surface of radioactivity range, by defining what are the radioactive elements responsible for the Gamma Total (U, Th and K) and alpha radiation (^{222}Rn). Prepared in two missions (dry and wet season) data were collected in the oil field and on neighbor region to detect the variation of natural radioactivity and establish the background regional values used for evaluation of results. The conclusions show that about 50 % of the homes studied have average values of radon above the limit permitted by international organizations , which provide an average rate of radiation (Gamma Alpha +) of 64.5 mSv for 30 years. Based on this review, it was identified that the population in the vicinity of the oil field "Canto do Amaro" is exposed to a risk of Natural Radiation of medium to high grade. The analysis of geological data and regional radioactivity shows that the depth of Limestone Jandaira had no significant relationship with the accumulation of residential Radon. However the characteristics of the underlying area, such as the water flows underground, cracks, fissures and caves, probably facilitate the transport and accumulation of Radon gas and can play a significant role in the irregular pattern of Radon detected anomalies reported in some karst. However, it is also possible that there is another source of Radon closer to the surface that could elucidate further research. The house size was not identified as a risk factor, but older and smaller homes had higher number of anomalies

Keywords : Oil, Mossoró , Radon , Natural Radioactivity

INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (World Health Organization – WHO) classifica o Radônio (^{222}Rn) como carcinógeno humano (nível A1), sendo o maior contribuinte para a dose de radiação ionizante recebida pela população (55% da radiação incidente no ser humano), e responsável por 3 a 14% dos casos de câncer de pulmão (WHO, 2009) com mais de 22 mil mortes anuais, somente nos EUA. A WHO afirma ainda que a possibilidade desse tipo de câncer potencializa-se em função da idade, taxa de exposição, existência de outro carcinógeno, inflamação das vias aéreas e exposição à fumaça do cigarro.

Segundo a especificações da World Nuclear Association – WNA (Nuclear Radiation and Health Effects), pessoas em todo o mundo são expostas a aproximadamente 0,2 mSv/a, e às vezes acima de 3 mSv/a, a partir da inalação do gás Radônio, sem efeito nocivo à saúde aparentemente. Por ser um gás, o Radônio produzido no interior de rochas e solos se difunde com facilidade através de fissuras, tubulações, buracos e lençóis freáticos até alcançar a superfície terrestre, penetrando facilmente nas casas. Dessa forma, altas concentrações de ^{222}Rn podem ocorrer em ambientes fechados ou pouco ventilados e, assim, representar risco potencial

Petta e Campos. Radipetro - sistema de monitoramento da radioatividade em instalações...
à saúde da população que frequenta ou vive nesses locais.

A International Commission on Radiological Protection (ICRP) estimou a expectativa de concentração no interior das residências, em circunstâncias normais, para uma variação de 10 a 100 Bq/m³ para o ²²²Rn e 2 a 20 Bq/m³ para o Radônio-220, também conhecido como Torônio. Atualmente usa-se o limite de 100 Bq/m³ adotado pela WHO (2009). Em ambiente externo a estimativa deve estar em valores <7 Bq/m³ para ambos os isótopos. Na água potável, a concentração de ²²²Rn não deve exceder 0,1 Bq/L. Apesar de ter sua posição cada vez mais questionada, os padrões de proteção contra a radiação assumem que qualquer dose, independente de quão pequeno seja esse valor, envolve a possibilidade de risco à saúde humana.

Segundo dados da Funasa 2010 e da Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Norte, no ano de 2008, os cinco grupos de causa de óbitos mais frequentes, excluindo as causas não identificadas foram: As doenças do aparelho circulatório com 25,4% as neoplasias em 2º lugar com 13,85% as causas externas em 3º lugar com 12,9%, em 4º lugar as doenças do aparelho respiratório com 9,5% e em 5º lugar as doenças do aparelho digestivo com 4,82%. Entre as neoplasias as cinco principais causas de óbitos em 2008 foram às neoplasias malignas do pulmão (traqueia e brônquios), de estômago, próstata,

mama e meninge encefálica. Quanto ao sexo observamos a predominância de óbitos do sexo masculino, com a maior taxa de mortalidade pelo câncer de próstata, já no sexo feminino aparece à neoplasia maligna de mama. Nestas estatísticas, o município de Mossoró aparece com uma taxa de 64 mortes (câncer) por cada grupo de 100 mil habitantes.

Tendo o foco nestas observações, o objetivo desta pesquisa foi realizar a monitoração passiva e integrada do gás Radônio em residências da área do campo de petróleo “Canto do Amaro” (RN), utilizando a técnica de medição com avaliação prolongada. Neste trabalho foi utilizado o método de emanometria passiva de do Radônio Domestico (interior) a fim de avaliar se os níveis de concentrações encontrados ali estão acima do limite máximo recomendado internacionalmente, indicando ou não a necessidade de ações corretivas e de intervenção.

ÁREA DE ESTUDO

O campo de petróleo denominado de Canto do Amaro é explorado pela Petrobrás e está inserido nos municípios de Mossoró, Areia Branca e Serra do Mel, todos no RN. (Fig. 1). Geologicamente esta área está inserida na Bacia Potiguar, formada a partir do fraturamento do super Continente Gondwana, que resultou num Rift Neocomiano NE-SW, coberto por sedimentos neocretáceos e terciários.

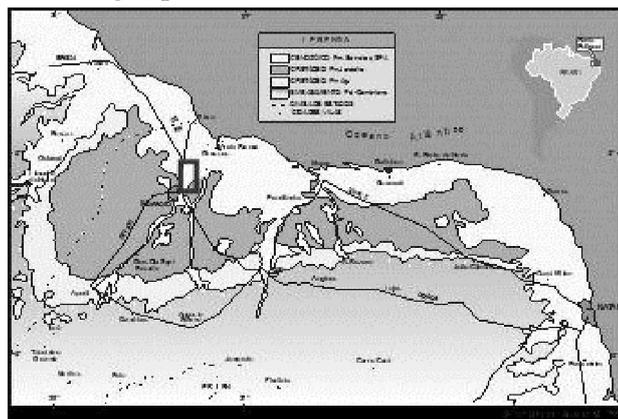


Fig. 1 - Mapa de Geológico da Área de Estudo e vias de acesso. (Modificado de Farias et al 1990)

O Campo do Amaro é o maior campo terrestre produtor de petróleo do Brasil, contando cerca de 1500 poços em atividade, grande rede de dutos e estruturas de armazenamento, estruturas de transporte de gás e óleo, além de lagoas de estabilização e de tratamento de dejetos, estações coletoras e de bombeamento, em uma área de 250 Km². Esta área possui no seu interior uma população expressiva de pessoas que ali habitam ou trabalham e convivem com estas atividades extrativistas e de tratamento do óleo.

METODOLOGIA

O Canto do Amaro foi escolhido como área de trabalho devido à necessidade desta avaliação, uma vez que nunca havia sido realizada uma estimativa da radioatividade natural na área, e também porque esta região é alvo de um projeto integrado da Rede Norte-Nordeste de Petróleo e Gás (Finep-CNPq-CTPetro) que desde 2004 avalia os riscos ambientais inerentes a exploração e transporte do petróleo, e necessitávamos destes dados para balizar novas interferências ambientais na área.

Na região estudada as quatro estações não são aparentes, distinguindo-se apenas dois períodos, um seco e outro chuvoso. A pesquisa buscou fazer medições durante cada um desses dois períodos. Foram realizadas duas expedições de campo. A primeira expedição foi realizada no início de Fevereiro de 2010. Foram distribuídos 35 eletretes em 35 residências da zona do Canto do Amaro. As residências foram escolhidas de forma aleatória, com a ajuda e um agente de saúde do município que acompanhava a equipe. A retirada dos eletretes para leitura e análise dos dados coletados foi realizada três meses após a sua colocação. A segunda expedição foi realizada no início de Setembro de 2010 e os eletretes também retirados após três meses.

Instrumentação utilizada

(i) Dosímetros sólidos tipo Eletretes®, E-PERM® System da RADELEC-USA, configuração LT (long-term electret, dosímetros de longa duração, Fig. 2 a); (ii) Dosímetros de referência, E-PERM®; (iii) Leitor de dosímetros, modelo SPER-2® Microprocessor Electret Reader, E-PERM® System (Fig. 2 b); (iv) Câmaras L (long term), 53 mL, E-PERM® System, ideais para medidas de longa duração (Fig. 2 c); (v) Nitrogênio comprimido para a limpeza dos dosímetros; (vi) WinSper, software do Sistema E-PERM®; (v) Planilha com as fórmulas para os cálculos (Excel); (vi) GPS Leica (L1/L2 RTK).

O procedimento para a emanometria passiva nas atmosferas de habitação e locais de trabalho (“Radônio interior”) consistiu dos seguintes passos: (A) Confecção de uma planilha com código de referência do dosímetro, caixa, data inicial/final, hora inicial/final, leitura inicial/final, responsável, endereço e coordenadas geográficas; (B) Limpeza dos dosímetros com o gás nitrogênio comprimido; (C) Verificação da calibração do leitor SPER-2® através dos eletretes de referência; (D) Leitura dos dosímetros, anotação da leitura inicial, rosqueamento do dosímetro na câmara de 52 mL, vedação da abertura de entrada do ar e rotulação por número de caixa.

Em campo, foi realizada a colocação das câmaras com o eletrete embaixo da cama de cada residência, sendo pendurada na grade de apoio do colchão, abertura do orifício para a entrada do ar, identificação do número da caixa, anotação de data e hora inicial, responsável pela residência, endereço e coordenadas geográficas. Esta configuração segue as normas da Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), isto é, o eletrete deve ficar afastado das paredes mais de 1 m, acima do piso cerca 30 cm e no local da habitação onde as pessoas passam mais tempo, isto é no quarto de dormir. O equipamento é,

Petta e Campos. Radipetro - sistema de monitoramento da radioatividade em instalações...

portanto instalado debaixo da cama para medir o Radônio presente no quarto, uma vez que, proporcionalmente, esse cômodo é onde se passa

a maior parte do tempo (uma média de oito a dez horas diárias), logo, este seria o período de maior exposição constante.

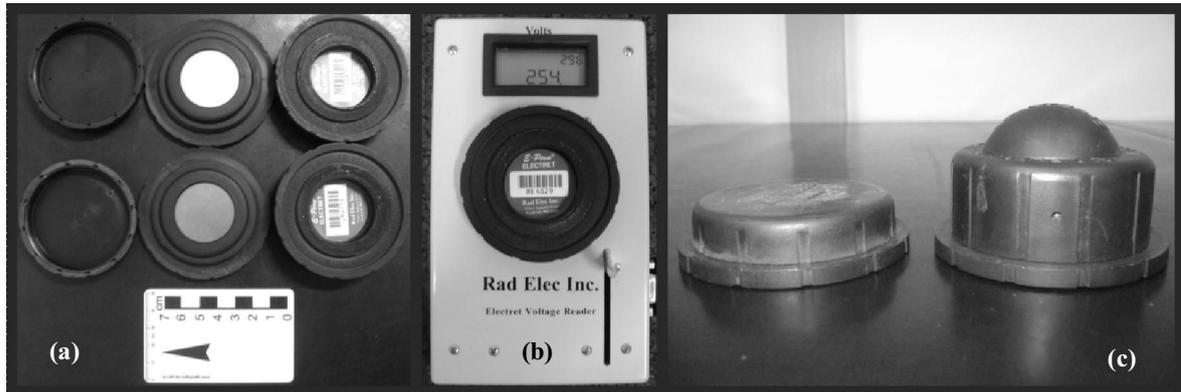


Fig. 2 - (a) Dosímetros sólidos para a medição do gás Rn, tipo Elettretes®. O dosímetro com disco branco e fundo azul tem configuração ST, sendo utilizado para medições de curta duração, enquanto que o dosímetro com disco metálico e fundo vermelho apresenta configuração LT e é utilizado para medições de longa duração. À esquerda dos dosímetros está a tampa protetora. (b) Leitor de dosímetros, modelo SSPER-2®. (c) Elettrete com a tampa protetora, à esquerda, e rosqueado à câmara L, de 53 mL, à direita.

Após um período mínimo de três meses de instalação dos dosímetros (a fim de garantir a representatividade dos dados), foi realizado o retorno para a coleta dos equipamentos, identificação do número da caixa, responsável e endereço, vedação do dosímetro com papel alumínio e anotação de data e hora final. Os equipamentos coletados foram levados ao laboratório LARANA na UFRN, para verificação da calibração do leitor com os dosímetros de referência SPER-2®, leitura dos dosímetros de campo e anotação da leitura final. Após seu uso os eletretes foram limpos com o nitrogênio comprimido e armazenados com a respectiva tampa protetora em estufa para futuras avaliações.

Processamento dos dados

Para a leitura dos aparelhos foi utilizado o leitor de eletrete SPER-2® que se trata de um equipamento desenvolvido pela Rad Elec Inc. que não entra em contato com o teflon carregado do dosímetro. A configuração utilizada do equipamento E-PERM® para a medição de

Radônio nas moradias foi do tipo LLT (a primeira e tra corresponde ao tipo de câmara utilizada e as duas últimas ao tipo de eletrete), ideal para medições de longa duração. Para monitoramento de Radiação Gama regional foi utilizado um Espectrômetro de Radiação Gama RS-125 Super-SPEC, da Radion Solutions Inc.; e o Software RS-Analyst. Os dados de gamametria são necessários para se estabelecer o background de radiação gama local e regional usada posteriormente nos cálculos de concentração e dosimetria para o Radônio. O background (Bg) utilizado na pesquisa foi obtido através da dose (nGy/h) de radiação gama medida pelo espectrômetro. No software RS-Analyst é possível, através número do assay, obter informações de data, hora, coordenadas do local onde a medição foi realizada, altitude, temperatura, gamanometria total das atividades dos radionuclídeos equivalente: % K em %, U e Th em ppm, dose em nGy/h.

Tendo sido feita a leitura final dos eletretes, os dados foram lançados em uma planilha do software Microsoft Excel® com as fórmulas para os cálculos e transformações necessários para gerar os resultados. A estatística e os cálculos e

transformações necessários para gerar os resultados. A estatística e os cálculos de mediana, média, máximo, mínimo e desvio padrão das concentrações de Radônio (Bq/m^3) foram executadas no Excel usando suas funções padrões

de cálculos estatísticos. Os resultados obtidos através dessa planilha foram comparados com os resultados obtidos pelo software do equipamento, o WINSPER Data Base Software, a fim de verificar e corrigir possíveis erros de cálculo.



Fig 03 - Coleta dos Eletretes e embalagem em papel alumínio

RESULTADOS

Os gráficos da figura 04 apresentam um resumo dos resultados obtidos para a concentração de Radônio nas moradias para os dois períodos, comparando os resultados para os cálculos de mediana, média, máximo, mínimo e desvio padrão das concentrações de Radônio (Bq/m^3).

Os teores de “Radônio Doméstico” encontrados nos ambientes internos estudados neste trabalho variaram entre 50 e 265 Bq/m^3 (média A: 109; Média G: 101; Mediana: 100; Desvio P: 46), avaliando-se que 50% das residências estudadas possuem valores de Radônio acima do limite admitido pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2009). Contudo, não ultrapassam o limite preconizado para se efetuar “ações emergenciais” de intervenção nos locais estudados.

DISCUSSÃO

O método utilizado na pesquisa para o monitoramento do gás Radônio nas habitações do Canto do Amaro, RN, requer cuidado na manipulação de dados. Apesar dos cálculos de erro sugeridos pelo próprio manual do equipamento do E-PERM® System, o sucesso da pesquisa depende da boa vontade dos residentes em não violar o equipamento e mantê-lo no mesmo local onde foi colocado. Ademais, os resultados são influenciados também por outros fatores, como tipo de material utilizado na construção da moradia, o tipo de piso, presença/ ausência de forro, a circulação de ar no ambiente, etc.

Mesmo com a utilização do critério de exclusão dos índices extremamente anômalos, a média da concentração de Radônio ainda foi alta no segundo período, identificando-se alguns

Petta e Campos. Radipetro - sistema de monitoramento da radioatividade em instalações... valores acima de 200 Bq/m³. A WHO, 2009 propõe que a concentração de Rn indoor deve se encontrar abaixo de 100 Bq/m³, não devendo de forma alguma ultrapassar o valor de 300 Bq/m³.

Com relação à taxa de dose efetiva anual das radiações naturais (Radiação Gama + Alfa) nas residências se obteve valores entre 1 e 5 mSv/ano (Med: 2,12; Média G: 2,15 e Média A: 2,26; Desvio P: 0,82). Consequentemente, 17% das residências possuem valores acima da média

anual mundial preconizada pela UNSCEAR que é de 2,4 mSv/a. Para indivíduos que trabalham em atividades que podem se expor radioatividade, o CNEN (Norma CNEN-NN-3.01) especifica que a dose efetiva de radioatividades não pode exceder o limite de 20 mSv (média aritmética) em um período de 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano. Os nossos resultados preveem uma taxa média de 64,5 mSv para 30 anos.

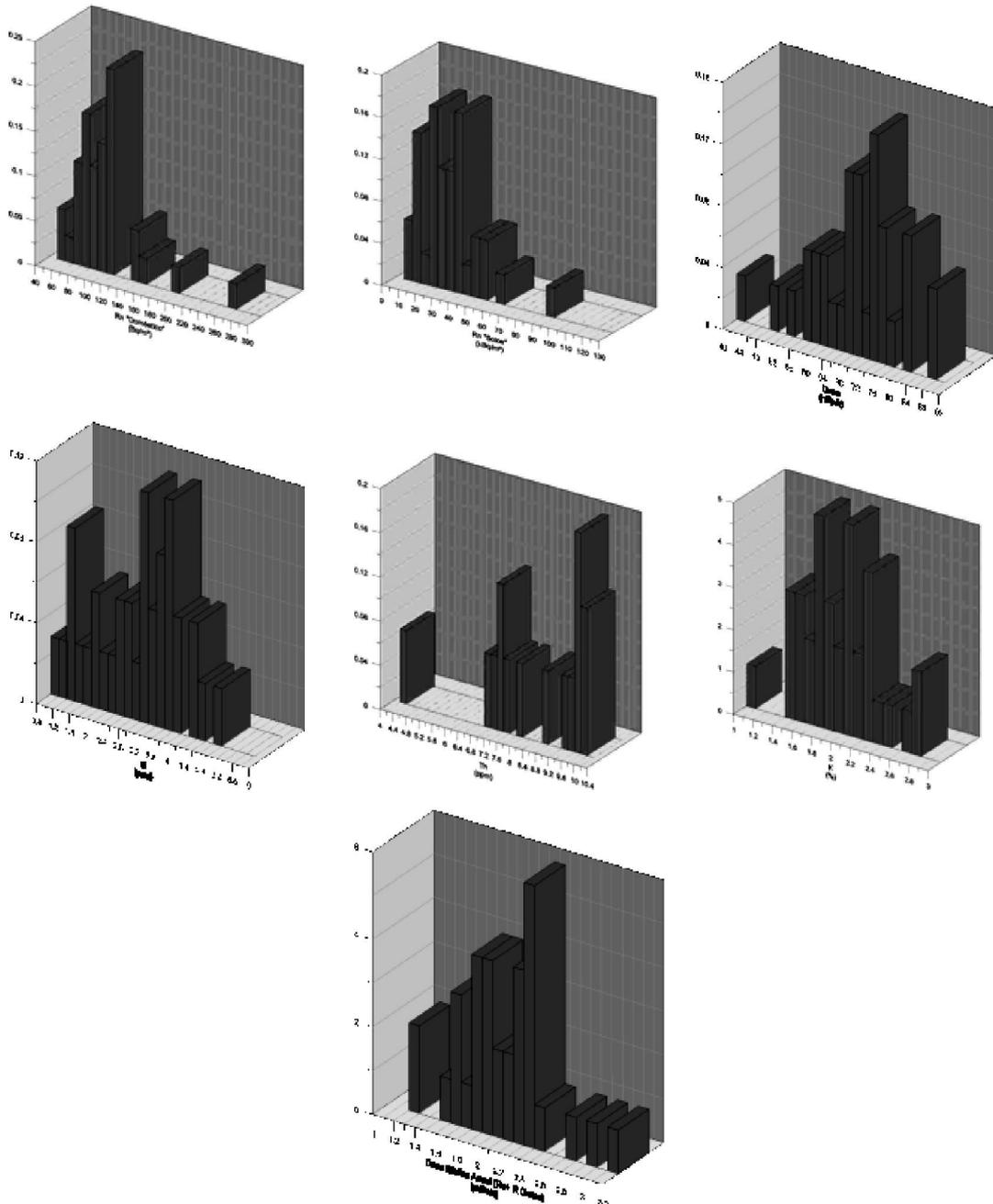


Fig. 04 - Gráficos dos resultados obtidos para a concentração de Radônio e de radiação Gama nas moradias (Média para os dois períodos)

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de Radônio em relação à profundidade do Calcário Jandaíra e houve muito pouca relação entre as variáveis. Os altos e baixos valores de Radônio residenciais são intercalados ao longo da área de estudo. Este resultado pode ser interpretado como 1) interações do karst com o movimento do Radônio da fonte para a superfície, ou 2) há uma outra fonte que não pode ser documentada. Características que estão presentes no calcário, tais como fissuras, fendas e cavernas, podem permitir que o Radônio seja diferencialmente transportado rapidamente através do terreno e em direção à superfície e isto pode interferir nos resultados.

A estatística espacial mostra que os dados são distorcidos por alguns “outliers” extremos e esse problema deverá ser superado em estudos futuros, uma vez que na Geoinformática mais dados disponíveis podem ser adquiridos e integrados ao sistema SIG. No entanto, estes valores elevados são fundamentais para a indicação de potencial “pontos quentes” causados por fissuras ou outras características cársticas e assim sendo, eles não foram removidos ou corrigidos durante a análise.

Casas construídas há mais tempo apresentaram medições de Radônio maiores em comparação com casas construídas mais recentemente, além disso, as casas próximas às instalações petrolíferas apresentaram medições de Radônio pouco maiores do que casas distantes das instalações.

A relação entre o parâmetro de tamanho de casa e os valores do Radônio não foi estatisticamente significativa, e observou-se que o tamanho da casa não teve influência significativa no nível do gás Radônio. A suposição que casas maiores e mais isoladas apresentariam menores valores de Radônio não foi apoiada porque não houve diferença

estatisticamente significativa para o tamanho da residência. Este resultado foi inesperado, e uma possível razão para este resultado é que havia poucas casas neste estudo que estavam acima de 80 metros quadrados. Apenas 14 testes foram realizados nestas casas maiores.

CONCLUSÕES

Os valores encontrados para o “Radônio Interior” nas habitações do Campo Petrolífero do Canto do Amaro ficaram em uma faixa que pode ser aferida como acima da normalidade. Cerca de 50% das residências estudadas possuem valores médios de Radônio acima do limite admitido pelos organismos internacionais (WHO, 2009; UNSCEAR, 2000, ICRP 60, 1993). Foi observado também que as medidas realizadas no período de chuvoso (inverno nordestino) notificaram certa diminuição nas concentrações de Radônio, comportamento também relatado em outras partes do mundo. No NE do Brasil temos clima tropical, em que mesmo no inverno as portas e janelas são mantidas abertas. Na Europa e nos Estados Unidos, devido ao clima frio, o ar do ambiente interior das residências é mantido fechado por longo tempo. A ventilação é importante porque a troca de ar dilui o Radônio.

Em uma análise comparativa com os padrões internacionais mencionados acima, podemos concluir que os resultados obtidos para as residências da área estudada, indicam que os níveis de Radônio interior podem ser considerados de médio a altos, visto que podemos considerar que as medições foram realizadas em “ambiente aberto”. Contudo, não ultrapassam o limite preconizado para se efetuar “ações emergenciais” de intervenção nos locais estudados.

Entretanto de acordo com o postulado de que toda a quantidade de radiação produz algum efeito no ser humano, deve-se considerar e existência de um risco associado a qualquer

Petta e Campos. Radipetro - sistema de monitoramento da radioatividade em instalações...

procedimento que envolva radiação de baixo nível, não importando quão baixa seja a dose. A Norma CNEN-NN-3.01 (*Alterada pela Resolução CNEN 114/2011*) estabelece para um “indivíduo ocupacionalmente exposto” que a dose efetiva de radioatividades não pode exceder o limite de 20 mSv (média aritmética) em um período de 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.

Os nossos resultados preveem uma taxa média de radiação (Gama + Alfa) de 64,5 mSv para um período de 30 anos, o que nos permite concluir que a população das imediações do campo petrolífero do “Canto do Amaro” da Bacia Potiguar está exposta ao um risco de Radiação Natural que, a depender da área, pode variar de médio a alto.

BIBLIOGRAFIA

- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ministério da Ciência e Tecnologia. NN 3.01 Diretrizes básicas de proteção radiológica (2005) Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br>> . Acessado em: Março de 2010.
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ministério da Ciência e Tecnologia. Posição Regulatória 3.01/007. Níveis de intervenção e de ação para exposição crônica. Rio de Janeiro, Brasil, 2005.
- FUNASA - Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde - Relatório Final 2010 - http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ImpactosSaude.pdf (Acessado em: Maio de 2012)
- IAEA Safety Report No. 49 “Assessing the need for Radiation Protection Measures in Work Involving Minerals and Raw Materials” The IAEA Safety Report No. 49 published in November 2006.
- ICRP - International Commission on Radiological Protection. ICRP 106 Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. Oxford: Pergamon Press, v. 38, n. 1-2, 2008.
- UNSCEAR Report to the United Nations General Assembly.77 UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Effects of Ionizing Radiation, anexo E, 2006. UNSCEAR Report to the United Nations General Assembly.
- WHO – World Health Organization. Handbook on Indoor Radon. A Public Health Perspective, Switzerland: WHO press, 2009
- WNA - World Nuclear Association - Nuclear Radiation and Health Effects - <http://www.world-nuclear.org/> (Acessado em: Maio de 2012)

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Os autores são solicitados a submeter cópia digital de seus manuscritos originais completos com ilustrações para o Comitê Editorial da Revista de Geologia, Depto de Geologia, Campus Universitário do Pici, Bloco 912, 60.455-760, Fortaleza – CE; E-mail: revistadegeologia@ufc.br

Os artigos devem ser escritos, preferencialmente, em Português com resumo em Inglês. Artigos submetidos em Inglês ou Espanhol deverão conter resumo em Português.

Os manuscritos serão revisados pelos menos por dois revisores anônimos.

Tipos de Contribuição

Artigos completos inéditos, de relevância científica nas diversas áreas das Geociências. Artigos resumidos (*Short Notes*), Relatórios Técnicos, Textos Didáticos, Revisões de Artigos ou Livros e Resumos de Teses de Doutorado, Dissertações de Mestrado e Relatórios Finais de Graduação também serão aceitos para publicação.

Estrutura do Manuscrito

Geral: Os manuscritos devem ser impressos com espaço duplo, margens com 3,0 cm e em uma única face do papel. A impressão deve ser de boa qualidade com fonte *Time New Roman* 12 pt. O autor para correspondência deve ser identificado, incluindo seu endereçamento postal completo, além de E-mail e/ou Fax. Uma cópia em meio digital, de preferência no editor de texto Word, deverá acompanhar a versão final do artigo. O Comitê Editorial reserve-se no direito de ajustar o estilo do texto à formatação padrão da Revista.

Extensão do Artigo: O manuscrito completo não deverá exceder 25 páginas para artigos completos, 30 para textos didáticos e 6 para artigos resumidos. Contudo, em circunstâncias especiais, artigos mais longos poderão ser considerados. Resumos de trabalhos (teses, dissertações, etc) deverão ter até 200 palavras e ser acompanhados de uma versão em inglês.

Texto: A primeira página deve conter o título, autores, filiações científicas e endereçamentos postal e eletrônico. Nas páginas seguintes serão dispostos o resumo e o *abstract*, cada um não excedendo 200 palavras, seguidos de palavras-chave e *keywords*, respectivamente. Estes serão seguidos do texto principal, agradecimentos, referências, apêndices, legendas das figuras e tabelas. Por fim, as figuras e tabelas devem ser dispostas em folhas separadas, sendo indicada sua posição no texto.

Referências: Todas as publicações citadas no texto, com o sobrenome do autor e ano da publicação, devem ser apresentadas na lista de referências. Para três ou mais autores, usa-se o sobrenome do primeiro autor seguido por “*et al.*”.

Figuras: devem ser impressas com boa qualidade. O tamanho dos caracteres usados na figura deve levar em conta possível redução da figura para sua impressão na revista. Devem ser numeradas consecutivamente e acompanhadas de legenda explicativa em folhas separadas. Para a versão final, deve-se enviar as figuras no formato JPG com resolução de 300 dpi.

Fotografias: fotografias originais devem ser entregues exatamente como serão reproduzidas. Fotos escanizadas serão aceitas somente com boa resolução acima de 250 dpi. Os autores deverão cobrir eventuais custos adicionais para a impressão de figuras ou fotos coloridas.

Tabelas: devem ser numeradas consecutivamente e acompanhadas de legenda explicativa em folhas separadas.