



## LEVANTAMENTO DO ÍNDICE DE RADÔNIO E TORÔNIO PRESENTES NO AR UTILIZANDO MÉTODOS PASSIVO E ATIVO DE DETECÇÃO EM UM CENTRO COMERCIAL LOCALIZADO NO RIO DE JANEIRO

V Costa; C Castro; A Motta & D Cardoso

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Departamento de Engenharia de Produção – COPPE

21941-590 Rio de Janeiro - Brasil

Tel: 28074-38

E - mail : [virginiacosta@openlink.com.br](mailto:virginiacosta@openlink.com.br), [anaseroa@ism.com.br](mailto:anaseroa@ism.com.br)

*RESUMO: O Radônio é um gás radioativo que ocorre, naturalmente, no ambiente, proveniente do decaimento do rádio, com emissão de partículas alfa. Em doses elevadas, acima de  $148 \text{ Bq/m}^3$ , dado como dose ocupacional, pode ocasionar entre outras doenças, o câncer de pulmão. A principal fonte de Radônio no interior das edificações é o solo. A incidência de Radônio varia de acordo com a composição do solo, materiais empregados em sua construção, temperatura ambiente, umidade do ar, horas durante o dia, estações do ano e a ventilação dos ambientes internos. O trabalho utilizou os métodos passivos (detecção de traços) e ativos (Técnica dos dois filtros, Técnica kusnetz, Técnica de Tsivoglou e Espectrômetria alfa). Ao final, apresenta um quadro comparativo descrevendo o tipo de ventilação, a iluminação e o índice de Radônio medido no local, procurando identificar as soluções construtivas mais adequadas para um país tropical.*

*ABSTRACT: Radon is a radioactive gas. It occurs naturally in the atmosphere, coming from the decline of Radium. In doses above  $148 \text{ Bq/m}^3$ , given as an occupational dose limit, it can cause lung cancer. The main source of Radon inside the building is the soil. The incidence of Radon inside the building varies according to the soil composition, the materials employed in its construction, the inside air temperature and humidity, time during the day, season and the ventilation process designed. The work uses passive methods ( track detectors ) and actives ones ( Technique of two filters, Technical Kusnetz, Technique of Tsivoglou and Spectrometry alpha). It presents a compartive analyses of the for air conditioning, ilumination and the measured levels of Radon inside the space. The techniques and the constructive solutions used where also investigate to verify their suitability for tropical climates.*

## 1 Introdução

O Trabalho abordado tem a finalidade de alertar para o papel do arquiteto dentro do contexto social e econômico, visto que ele é um dos responsáveis pelo bem estar do homem e pela qualidade do ambiente construído. A questão do consumo de energia está estritamente relacionada com o conforto ambiental, onde o arquiteto tem tido a preocupação, ao projetar uma edificação, com os condicionantes térmicos, visuais e auditivos. Porém existe uma questão de grande importância relacionada com a climatização dos ambientes que é a qualidade interna do ar, um dos responsáveis pela manutenção da saúde do homem. Objetivamos abordar a qualidade do ar dentro de ambientes edificados, sob o ponto de vista do conforto ambiental e eficiência energética, tendo-se como centro dos estudos o gás Radônio.

Levantamentos dosimétricos comprovaram que, não só a inalação do gás Radônio, mas também dos seus filhos, os quais são provenientes do decaimento, causam de câncer de pulmão.

No início do século as medidas eram feitas somente no interior das minas. Em 1956, na Suécia, começaram a medir o interior das casas, pois havia a preocupação com os altos índices de radônio provenientes do solo e dos materiais de construção. Sendo o solo a principal fonte de radônio. O gás penetra no seu interior devido à existência de baixa pressão parcial nas casas em contrapartida com a alta pressão parcial nos solos. As maiores concentrações do gás ocorrem nas áreas mais próximas do solo. Entretanto o índice pode variar também de acordo com a temperatura e umidade do ar, horários durante o dia e estações do ano. Estão em andamento estudos com os objetivos de reduzir a entrada do gás Radônio ou removê-lo para níveis toleráveis pelo organismo humano.

Segundo o EPA, em média o nível de Radônio encontrado nas residências americanas é de  $46.25 \text{ Bq/m}^3$ . Embora o Congresso dos Estados Unidos, em 1988, tenha aprovado legislação estabelecendo como objetivo nacional que os níveis de Radônio nos interiores não excedam os níveis encontrados no ar exterior ( $7.4$  a  $25.9 \text{ Bq/m}^3$ ), este objetivos ainda não foram tecnicamente alcançados.

## 2 Conforto Ambiental e Eficiência energética na Edificação

Existe uma preocupação constante na arquitetura em se produzir edifícios que sejam igualmente confortáveis e econômicos do ponto de vista do consumo total de fontes de energia não renováveis. Algumas soluções propostas no passado levaram a criar ambientes com uma alta incidência de Radônio. Isto ocorre através do tipo de material utilizado em sua construção, a forma e o projeto de condicionamento de ar adotados, e pela falta de indicações e diretrizes básicas de embasamento para um projeto arquitetônico que vise a este objetivo.

A proposta é direcionar a pesquisa para a realidade da arquitetura brasileira, tendo como parâmetros de análise o clima, a realidade sócio-cultural, o tipo de solução arquitetônica e os materiais de construção adotados.

Sabe-se que os edifícios comerciais são responsáveis por parte significativa do consumo de energia elétrica. Sozinhos absorvem aproximadamente 12% da energia

produzida no país (PROCEL). Alguns profissionais atribuem o alto consumo de energia à inadequação dos prédios modernos brasileiros. O resultado é que o consumo de energia elétrica nos edifícios comerciais cresceu de 70 W/h por pessoa nos anos 60 para algo entre 600W/h e 700W/h nos dias atuais.

O crescimento do consumo de eletricidade no setor comercial, no Brasil, foi projetado usando uma taxa média de 6,2 % ao ano, entre 1996 e 2006. Sua evolução estará atrelada à intensificação do processo de expansão, fortalecimento e modernização do setor comercial e dos serviços em geral. De fato, entre 1990 e 1995, este setor aumentou significativamente sua participação no PIB nacional, alcançando, neste último ano, o percentual de 52%.

### **3 Radônio**

Os radioisótopos das séries naturais do U-238 e Th-232 estão entre os maiores contribuintes para a dose coletiva recebida pela população mundial. Estas contribuições são variáveis e dependem fortemente das atividades e costumes humanos. As doses por inalação de Radônio (série do U-238) e Torônio (série Th-232) dependem, por exemplo, da taxa de ventilação do ambiente considerado. Na verdade, os danos são causados pelos filhos destes alfa emissores, que se depositam no pulmão.

O Radônio é um gás radioativo proveniente do urânio encontrado no solo, na água e no ar que respiramos. Ele pode entrar na construção através das fundações e até mesmo de materiais empregados na construção. O trabalho avaliou a qualidade do ar tendo-se como parâmetro o índice de emissão do Radônio e do Torônio e sua incidência em ambientes como os apresentados pelos Shoppings Centers onde existe o emprego de materiais com alto teor de Urânio, e.g. o Granito.

O maior risco para a saúde causado pelo Radônio vem da inalação do gás e dos produtos de seu decaimento, os quais são agregados as partículas do ar (Polônio, Bismuto, Chumbo). Esses elementos se depositam na parede do pulmão. Vários estudos feitos pelo IARC vêm demonstrando o risco de câncer no homem causado pelo Radônio e seus derivados. Esses riscos são maiores em minas de Urânio, Ferro e outros minerais.

O cigarro é considerado o maior causador de câncer (Center for Healths Effects of Environmental Contamination), ele é responsável por 85 por cento dos 170.000 casos diagnosticados por ano (Center for Healths Effects of Environmental Contamination). O Radônio representa uma percentagem menor, aproximadamente 10 %. Portanto, o cigarro quando associado ao Radônio funciona como um potencializador para a incidência de câncer de pulmão.

Estudos feitos pelo National Institute of Health estimaram que o risco de câncer de pulmão cresce 14% em pessoas que moram trinta anos em uma casa com o nível de Radônio de aproximadamente 4 picocuries por litro, o qual é o limite máximo recomendado pela EPA.. 6% das casas nos EUA possuem um índice maior do que 150Bq/m<sup>3</sup>.

Um ambiente com um elevado índice do gás Radônio equivale a uma pessoa fumar 100 maços de cigarro por dia. (Center for Healths Effects of Environmental Contamination)

#### 4 Métodos de Detecção

O presente trabalho foi desenvolvido nos Shoppings Centers Barra Point, localizado no Rio de Janeiro. Ele foi selecionado por utilizar um grande percentual de ventilação natural e pelos materiais de revestimento empregados em seu interior. Os locais medidos foram o subsolo (SS2 e SS1) , primeiro e segundo andares. Foram utilizados aparelhos e instalações do IEN (Instituto de Engenharia Nuclear) e do IME (Instituto Militar de Engenharia).

Foram feitos dois tipos de medições empregando o método passivo e o método ativo. O método passivo (detector de traços) é integrador e dá um resultado médio. O tempo de medição é de 3 a 4 meses. O método ativo (Técnica dos dois filtros, Técnica kusnetz, Técnica de Tzivoglou e Espectrômetro alfa). Os aparelhos de medição passiva foram distribuídos nos três pavimentos em algumas áreas como: o hall das escadas dos pavimentos (próxima ao banheiro e elevadores, e a outra próxima a saída para a área de eventos culturais), no hall principal do shopping, dentro dos banheiros, estacionamentos, em algumas lojas, na administração, em salas localizadas no subsolo e no exterior do Shopping.

Para a realização das medições foi necessário levar em consideração o equilíbrio secular do Radônio com seus descendentes. Neste caso pode-se considerar 100 pCi / l ou 3700 Bq / m<sup>3</sup> ou 1WL ( Working Level ) quando se tratar de Potencial de energia . A unidade também pode ser dada em mWL ( 10<sup>-3</sup> WL). Mas para o presente trabalho utilizaremos pCi/l.

#### 5 Resultados

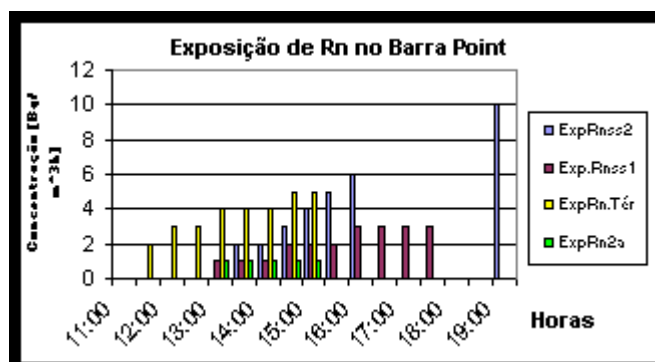
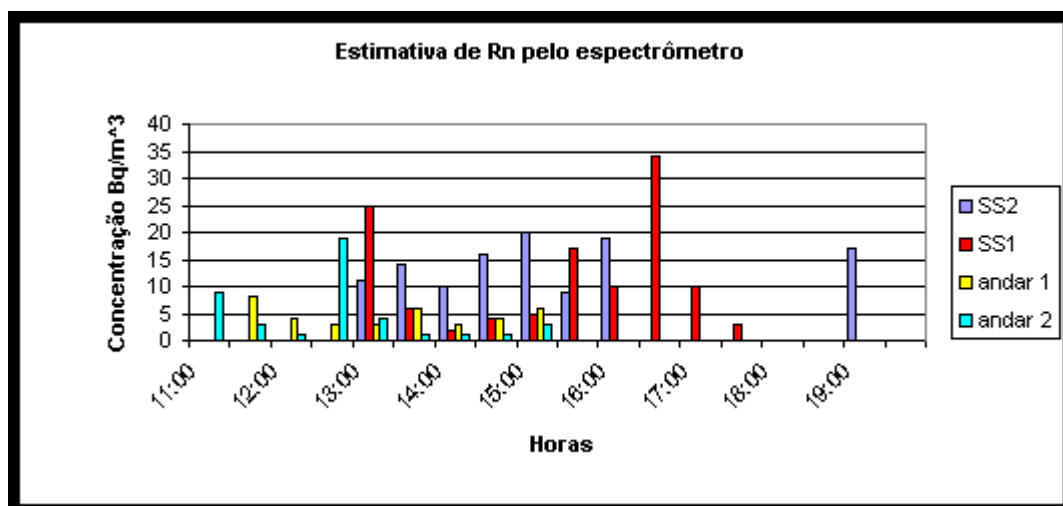


Gráfico 1 – Exposição de Radônio ( Espectrômetria Alfa )



**Gráfico 2 – Estimativa de Radônio (Técnica de Espectrômetria Alfa )**

**Tabela 1 – Quadro comparativo**

Andares	Ventilação	Iluminação	Radônio SI[Bq/m <sup>3</sup> ]
SS2	A	A	10 – 20
SS1	A	A	02 – 34
Térreo	B	B	03 – 08
Segundo pavimento	C	C	01 – 18

A – Nenhum (ambiente escuro com nenhuma iluminação natural e pouca iluminação artificial)

B – Fraco (alguma iluminação natural e pouca iluminação artificial)

C – Médio (iluminação natural razoável e iluminação artificial)

OBS: A ventilação foi qualificada de acordo com a quantidade de aberturas que permitiam a ventilação cruzada.

## 6 Conclusão

Durante a medição foi possível observar que, em lugares fechados como nos estacionamentos (SS1 e SS2), sem circulação de ar nem ventilação mecânica, o nível de concentração de radônio e torônio foi maior (a sua concentração não excedeu o permitido pela EPA). Devido a grande incidência do Radônio proveniente do solo, as concentrações nos primeiros pisos são, geralmente, mais altas do que nos andares superiores, de acordo com os gráficos apresentados acima.

O Shopping onde as medições foram realizadas foi projetado tendo como objetivo o aproveitamento da ventilação natural. Devido a isso, o índice de Radônio medido foi menor neste local do que em outros estabelecimentos comerciais fechados e condicionados artificialmente. Do ponto de vista do conforto ambiental e eficiência energética o shopping Barra Point está adequado ao clima da região.

De acordo com a análise dos resultados levantados até o momento o nível de Radônio e Torônio estão dentro dos limites permitidos. Atribuímos esses resultados ao projeto arquitetônico do shopping que favorece uma boa circulação de ar. O Shopping, pôr ter uma boa iluminação e ventilação natural, nos andares superiores, fazendo com que o seu consumo de energia elétrica para o condicionamento artificial seja menor. Logo, um projeto adequado às condições climáticas locais, possibilita um menor consumo de energia e qualidade do ar adequada do ponto de vista da incidência de Radônio e Torônio.

## **7 Bibliografia**

BEIR VI – VI Report (1998): "The Health Effects of Exposure to Indoor Radon" – Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) – National Academy of Sciences – NAS.

Cardoso, D. O. (1997) – Metodologia para Determinação Simultânea de Radônio e Torônio. Tese Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Binns, Donald A . Clarke (1985); Estrada, J.J. e; Urban, M. – Radon measuments in radon and dwellings. KFK e CNEN.

EPA (1993)– Radon: A Physician's Guide – A Health Treat with a Simple Solution . U.S Enviroment Protection Agency – EPA.

EPA (1993) – Home Byer's and seller's Guide to Radon, Washington.

EPA (1993) – A citizen's Guide to Radon, Washington.

ICRP (1994) – Protection against radon-222 at home and at work. ICRP Publication 65.

ISSO, 1993 – Guide to the expression of uncertainty in measurement, International Organization For Standardization, First edition.

IPEN (1997) - Torônio no Ar: Avaliação da taxa da dose de Radônio.

Machado, A . C.(1997)– Estimativa do Potencial de Conservação de Energia Elétrica pelo Lado da Demanda do Brasil, PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Mascaró, L. R. de Energia na Edificação (1985): Estratégia para minimizar o seu consumo. 1ed. São Paulo: Projeto.

Motta A.L.T.; Uzeda, F. N. e Cattani, <sup>a</sup>H. ( 1997), "Software que quantifica o percentual de radiação nas Construções", publicação, IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Salvador, Ba.

Motta, A.L.T. (1996), "Uma Visão Integrada na Participação do Arquiteto na Qualidade da Habitação", Apresentado, XX Congresso Pan-Americano de Arquitetos, Brasília, DF.

PROCEL (1997) Economia e Mercado, Rio de Janeiro.

Rio Doce, A .P.C. (1997) – Determinação da taxa de exalação de Rn-222 em materiais de Construção. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ.

UNSCEAR 1993 – Sources and effects of ionizing radiation. Report of United Nation Scenfific Committe on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly, United Nation.