



**FACULDADE MARIA MILZA – FAMAM
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**(IN)VISIBILIDADE REGULAMENTAR À EXPOSIÇÃO HUMANA AO RADÔNIO NA
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E SUA AFERIÇÃO *INDOOR***

WDILESTON GOMES BATISTA

**GOVERNADOR MANGABEIRA - BA
2017**

WDILESTON GOMES BATISTA

**(IN)VISIBILIDADE REGULAMENTAR À EXPOSIÇÃO HUMANA AO RADÔNIO NA
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E SUA AFERIÇÃO *INDOOR***

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Dinâmica Regional e Desenvolvimento Sustentável

Linha de Pesquisa: Políticas Públicas, Meio Ambiente e Desenvolvimento

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Lemos de Carvalho.

GOVERNADOR MANGABEIRA - BA

2017

Dados Internacionais de Catalogação

G633i	<p>Batista, Wdileston Gomes</p> <p>(In)visibilidade regulamentar à exposição humana ao radônio na legislação brasileira e sua aferição indoor / Wdileston Gomes Batista. – 2017.</p> <p>248 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Lemos de Carvalho</p> <p>Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira, 2017.</p> <p>1. Gás Nobre. 2. Radônio. 3. Radioatividade. I. Carvalho, Sérgio Roberto Lemos de. II. Título.</p> <p>CDD 540</p>
-------	---

WDILESTON GOMES BATISTA
(IN)Visibilidade regulamentar à exposição humana ao radônio na legislação brasileira e sua aferição *indoor*

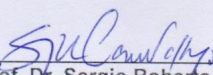
Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Faculdade Maria Milza (FAMAM), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Linhas de Pesquisa: Políticas Públicas, Meio Ambiente e Desenvolvimento

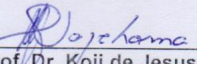
Orientador: Prof. Dr. Sergio Roberto Lemos de Carvalho (FAMAM)

Aprovada em: 10 / junho / 2017

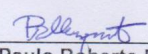
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sergio Roberto Lemos de Carvalho
Presidente da Banca Examinadora (FAMAM)



Prof. Dr. Koji de Jesus Nagahama
Membro Externo (UEFS)



Prof. Dr. Paulo Roberto Ribeiro de Mesquita
Membro Interno (FAMAM)

GOVERNADOR MANGABEIRA - BA
2017

Dedico este trabalho a três importantes pessoas (entre outras tantas) em minha vida, aos meus pais, José Batista (Lino) e Angélica Gomes Batista, e à minha linda filha, Lara S.S.G.Batista.

Os meus mais sinceros agradecimentos

A todos que colaboraram direta e indiretamente para a construção deste trabalho,

Aos funcionários da FAMAM,

Aos professores da FAMAM, indistintamente,

À Coordenação da Pós-Graduação, na pessoa da Prof.^a Dr.^a Elizabete Rodrigues da Silva,

À ilustre Prof.^a Dr.^a Andréa Jaqueira da Silva Borges pelas sábias orientações quanto à metodologia científica,

Aos dirigentes da FAMAM,

Aos colegas, pelo aprazível convívio,

À Universidade de Coimbra,

E especialmente

Ao ilustre Professor Dr. Sérgio Roberto Lemos de Carvalho, exemplo de dignidade, paciência, inteligência e responsabilidade, pessoa dedicada à ciência, serviu-me de estímulo para os estudos. A quem tenho profundo respeito e admiração.

“Não está na natureza das coisas qualquer homem fazer uma descoberta súbita e violenta, a ciência vai passo a passo, e cada homem depende do trabalho de seus antecessores.”

Ernest Rutherford

BREVE BIOGRAFIA ACADÊMICO-PROFISSIONAL

Wdileston Gomes Batista, nascido em 1973, tem 44 anos. Ingressou no curso de Química da Universidade Federal da Bahia em 1993.1, tendo cursado apenas dois semestres. Reingressou na UFBA em 1995.1 no curso de Economia tendo permanecido por 2 anos, tendo-os deixado sempre por vontade própria. Em 1997.1 ingressou mais uma vez na UFBA para o curso de Filosofia, tendo concluído em 2000.2. Em 2001.1 ingressou no curso de Direito da UCSAL e em 2002.1 transferiu-se para a Unijorge onde **concluiu** em 2005.2. No primeiro exame de 2006 passou no exame da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) passando a advogar desde então nas áreas de Direito do Trabalho e nos ramos do Direito Cível.

Leciona no ensino médio há 20 anos, onde está até o presente momento, sendo servidor da rede pública estadual há 15 anos.

Ingressou no mestrado da Faculdade Maria Milza (FAMAM) em 2015.1 na condição de aluno especial e em 2015.2 como aluno regular. Qualificou-se em 2016.1 e submete à banca a defesa de sua dissertação no presente momento.

RESUMO

O radônio é o mais comum e abundante elemento radioativo encontrado no estado gasoso, proveniente do decaimento do elemento rádio. Esse gás é associado à morte de milhares de pessoas anualmente. Embora seja de origem natural e presente em toda a superfície terrestre é possível minimizar a exposição a esse elemento. Ao que se sabe não se tem normas de direito público ocupadas com os males causados pela exposição humana ao radônio. Em vários países existem normas claras que medem o radônio nos minerais utilizados na construção civil e que determinam até a forma da construção dos imóveis para evitar a sua concentração em ambientes onde o homem se detém por muito tempo. Os impactos causados pela inobservância de cuidados específicos podem levar a grandes problemas para a saúde pública, como o câncer de pulmão quando inalado em grandes quantidades e/ou por muito tempo. Nesse contexto, o estudo investigou, na legislação brasileira, a visibilidade ou invisibilidade de regulamentação na legislação brasileira quanto à exposição humana ao radônio e promoveu uma aferição *indoor* em ambiente acadêmico. Assim, apresenta como objetivos específicos: verificar na legislação, os impactos causados à saúde humana pela não regulamentação sobre a exposição ao radônio; conhecer as iniciativas institucionais para regulamentação do radônio, nas diferentes esferas; identificar nas normas dos organismos internacionais, das quais o Brasil é signatário, aspectos relacionados ao radônio; relacionar elementos das normas americanas e europeias acerca do radônio com as práticas da construção civil, prospecção de jazidas e agências de proteção ambiental quanto à exposição ao radônio; medir a concentração de radônio *indoor* em ambientes fechados; relacionar o mapa do radônio no Estado da Bahia com o perfil geológico; propor, segundo as regras do processo legislativo, um arcabouço para um projeto de lei que vise regulamentar a exposição do radônio à saúde humana. Para realização desta tarefa foram levantados os índices de emanção em 42 ambientes acadêmicos nas dependências da Faculdade Maria Milza nos municípios de Governador Mangabeira e Cruz das Almas. Utilizou-se 123 detectores de traços de partículas alfas emitidas no decaimento radioativo do rádio para o radônio. Estes dispositivos permaneceram por 94 dias quando foram recolhidos e enviados para o Laboratório de Radioatividade Natural da Universidade de Coimbra, onde foram lidos e, posteriormente, tratados estatisticamente e interpretados. Destes 123 detectores apenas oito deles registraram concentração acima do Limite de Detecção (20 Bq/m³). Nenhum deles alcançou o valor de atenção. Condições geoclimáticas sugerem compatibilidade com os resultados. Conclui-se pela necessidade de uma legislação a partir dos valores da EPA, uma vez que o direito brasileiro tem aptidão para este tipo de normatização. Indicou-se a competência para legislar e modelos de normas. Sugere-se, para as próximas pesquisas, aferição pelo prazo mínimo de 180 dias em condições similares.

Palavras-chave: Gás nobre. Radioatividade. Índice de emanção. Regulamentação.

ABSTRACT

Radon is the most common and abundant radioactive element found in the gaseous state, arising from the decay of the radium element. This gas is associated with the deaths of thousands of people annually. Although it is of natural origin and present throughout the earth's surface, it is possible to minimize exposure to this element. It is known that there are no rules of public law occupied with the evils caused by human exposure to radon. In several countries there are clear norms for the evaluation of the emanation of radon in the minerals used in the construction industry and that determine to the form of the construction of buildings to avoid its concentration in environments where the man stops for a long time. The impacts caused by the lack of specific care can lead to major problems for public health, such as lung cancer when inhaled in large quantities and / or for long. In this context, the study investigated, in Brazilian legislation, the visibility or invisibility of regulation in the Brazilian legislation regarding the human exposure to radon and promoted an internal assessment in an academic environment. Thus, it has as specific objectives: to verify in the legislation, the impacts caused to human health by the non-regulation on exposure to radon; to know the institutional initiatives to regulate radon, in the different spheres; to identify in the norms of international organizations, of which Brazil is a signatory, aspects related to radon; to relate elements of the American and European norms about radon with the practices of the civil construction, prospecting of deposits and environmental protection agencies for exposure to radon; To measure the concentration of indoor radon indoors; To relate the map of the radon in the State of Bahia with the geological profile; Propose, according to the rules of the legislative process, a framework for a bill aimed at regulating the exposure of radon to human health. To accomplish this task, emanation indices were collected in 42 academic environments at the Maria Milza Faculty in the municipalities of Governador Mangabeira and Cruz das Almas. 123 detectors of alpha particles emitted in radioactive traces the decay of radium to radon were used. These devices remained for 94 days when they were collected and sent to the Natural Radioactivity Laboratory of the University of Coimbra, where they were read and subsequently treated statistically and interpreted. Of these 123 detectors only eight of them registered concentration above the Detection Limit (20 Bq / m³). None of them got the attention value. Geoclimatic conditions suggest compatibility with results. It is concluded that there is a need for legislation based on EPA values, since Brazilian law is apt for this type of regulation. The competence to legislate and models of norms was indicated. It is suggested, for the next surveys, a benchmark for a minimum period of 180 days under similar conditions.

Keywords: Noble gas. Radioactivity. Index of emanation. Regulation.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 - Latossolo Vermelho-Amarelo	55
Foto 2 - Chernossolo	56
Foto 3 - Exaustor. Parte interna	178
Foto 4 - Exaustor. Parte externa	178
Foto 5 - Turbina eólica	180
Foto 6 - Edf. Famam/C. das Almas	192
Foto 7 - Edf. 1. Famam/Gov.Mangabeira	192
Foto 8 - Edf. 2. Famam/Gov.Mangabeira	193
Foto 9 - Dosímetro RSKS	195
Foto 10 - Chip	198
Foto 11 - Dosímetro em uma sala	200
Foto 12 - Dosímetro em um laboratório	200
Foto 13 - Dosímetro em uma sala	201
Foto 14 - Dosímetro em um laboratório	201
Foto 15 - Dosímetro sendo desembalado	202
Foto 16 - Dosímetro reembalado e lacrado com fita de alumínio	203
Foto 17 - RadoSlide	204
Foto 18 - RadoBath	205
Foto 19 - Contagem de traços	206

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa de interesse mineral, unidades de conservação e áreas especiais	53
Mapa 2 - Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Cruz das Almas/Ba.	55
Mapa 3 - Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Governador Mangabeira/Ba.	56
Mapa 4 - Mapa da geodiversidade do Estado da Bahia	58
Mapa 5 - Perfil geológico do Recôncavo	58
Mapa 6 - Cruz das Almas	192
Mapa 7 - Governador Mangabeira	192

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Histórico do radônio	26
Quadro 2 - Distribuição eletrônica dos gases nobres	39
Quadro 3 - Tabela periódica dos elementos químicos	39
Quadro 4 - Símbolo químico	40
Quadro 5 - Equação do decaimento	43
Quadro 6 - Impacto das partículas no organismo	46
Quadro 7 - Fontes radioativas	47
Quadro 8 - Radônio e origem solo/rocha	51
Quadro 9 - Época da pesquisa: mês, temperatura, estação climática	54
Quadro 10 - Precipitação em Cruz das Almas	54
Quadro 11 - Precipitação em Governador Mangabeira	55
Quadro 12 - Fluxograma da neoplasia	68
Quadro 13 - Incidência de neoplasia na população dos E.U.A.	70
Quadro 14 - Taxa de incidência de neoplasias malignas por 100.000 habitantes	72
Quadro 15 - Causa <i>mortis</i> em Cruz das Almas	73
Quadro 16 - Causa <i>mortis</i> em Governador Mangabeira	73
Quadro 17 - Mortalidade por câncer de pulmão e brônquios na Região de Saúde Cruz das Almas	74
Quadro 18 - Coeficientes de Doses para Exposição do Público	120
Quadro 19 - Potencial de carcinogenicidade. Adaptada	146
Quadro 20 - Relação entre documentos da ICRP e CNEN	147
Quadro 21 - Relação entre radônio e tabagismo: incremento	150
Quadro 22 - Relação entre causas e probabilidades de mortes	156
Quadro 23 - Custos das remediações segundo a ICRP	176
Quadro 24 - Edifícios. Idade e usos	188
Quadro 25 - Distribuição dos dosímetros por andar	188
Quadro 26 - Distribuição dos dosímetros por ambiente	189
Quadro 27 - Distribuição dos dosímetros por andar	189
Quadro 28 - Distribuição dos dosímetros por ambiente	190
Quadro 29 - Distribuição dos dosímetros por andar	190
Quadro 30 - Distribuição dos dosímetros por ambiente	191
Quadro 31 - Dosímetros de controle	191

Quadro 32 - Localização da FAMAM	193
Quadro 33 - Características de diferentes dispositivos de medição de gás radônio	194
Quadro 34 - Especificações técnicas	197
Quadro 35 - Níveis de atenção e de remediação segundo a EPA e OMS	207
Quadro 36 - Resultado da leitura	208
Quadro 37 - Relação entre concentração e tempo	209
Quadro 38 - Unidades e grandezas em radiação	210
Quadro 39 - Conversão de Unidades de atividade de radiação	211
Quadro 40 - Conversão de unidades por fator de ponderação	211
Quadro 41 - Comparação de dados entre países	215
Quadro 42 - Comparação de dados entre organismos transnacionais e internacionais	216
Quadro 43 - Organograma do processo legislativo municipal	227

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sequência do decaimento radioativo	43
Figura 2 - Planta arquitetônica	174
Figura 3 - Construção nova com os dutos preparados para receber um sistema anti-radônio	175
Figura 4 - Construção nova com os dutos preparados para receber um sistema anti-radônio	175
Figura 5 - Sistema mitigatório passivo de correção em imóveis para presença verificada ou potencial de radônio	177
Figura 6 - Solo selado e exaustor	179
Figura 7 - Aproveitamento da ventilação natural	180
Figura 8 - Ventilação cruzada	181
Figura 9 - Ilustração das marcas do decaimento na resina CR-39	210

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABENDI - Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos

ACP - Ação Civil Pública

ADO - Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão

AGU - Advocacia Geral da União

AIEA - Agência Internacional de Energia Atômica

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

AP - Ação Popular

ATSDR - *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*

BfS - *Bundesamt für Strahlenschutz*

CC - Código Civil

CC/2002 - Código Civil

CEEA - Comunidade Europeia de Energia Atômica

CF - Constituição Federal

CF/88 - Constituição Federal

CFR - Código Federal de Regulamentações

CID -10 - Classificação Internacional de Doenças

C34 - Série das neoplasias

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CNTPs - Condições Normais de Temperatura e Pressão

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

CR-39 - Colúmbia Resina 39

DP - Defensoria Pública

EC - Emenda Constitucional

EPA - *Environmental Protection Agency*

EPI - Equipamento de Proteção Individual

E.U.A. - Estados Unidos da América

EURATOM - Comunidade Europeia de Energia Atômica

FAMAM - Faculdade Maria Milza

FDA - *Food and Drug Administration*

HUD - *United States Department of Housing and Urban Development*
IARC - International Agency for Research on Cancer
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP - Inquérito Civil Público
ICRP - *International Commission on Radiological Protection*
INCA - Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva
IUPAC - *International Union of Pure and Applied Chemistry*
LC - Lei Complementar
LO - Lei Ordinária
LOM - Lei Orgânica do Município
LOUS - Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo do Município de Salvador
LRN - Laboratório de Radioatividade Natural
MI - Mandado de Injunção
MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MTE - Ministério do Trabalho e Emprego
MS - Mandado de Segurança
MSC - Mandado de Segurança Coletivo
MP - Ministério Público
MP/BA - Ministério Público do Estado da Bahia
MPF - Ministério Público Federal
NR - Normas Regulamentadoras
OAB - Ordem dos Advogados do Brasil
OMS - Organização Mundial de Saúde
PADC - Polialil Diglicol Carbonato
PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SBBN - Sociedade Brasileira de Biociências Nucleares
SBPR - Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica
SESAB - Secretaria de Saúde da Bahia
SI - Sistema Internacional de Unidades
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

STF - Supremo Tribunal Federal

STJ - Superior Tribunal de Justiça

SUVISA - Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde

TAC - Termo de Ajuste de Conduta

UC - Universidade de Coimbra

UF - Unidade Federativa

USEPA - *United States Environmental Protection Agency*

US Code - *United States Code*

VS - Vigilância Sanitária

WHO - *World Health Organization*

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

α - Alfa

Ar - Argônio

β - Beta

Bq - Becquerel

Bq/m³ - Becquerel por metro cúbico

CO₂ - Dióxido de carbono

Fe - Ferro

γ - Gama

Gy - Gray

He - Hélio

Kr - Criptônio

mrem - milirem

mSv - milisievert

Ne - Neônio

Og - Oganessônio

Pb - Chumbo

pCi/L - Picocurie por litro

Po - Polônio

Ra - Rádio

Rn - Radônio

Sv - Sievert

Ti - Titânio

U - Urânio

Xe - Xenônio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 AREJAMENTO E SAÚDE	22
1.2 UM BREVE HISTÓRICO SOBRE O RADÔNIO	23
1.3 DOS OBJETIVOS E HIPÓTESES	27
2 REVISÃO DE LITERATURA	38
2.1 OS GASES NOBRES	38
2.2 O RADÔNIO	39
2.2.1 A geodisponibilidade natural e o movimento para a superfície	48
2.2.2 O urânio na Bahia e no Recôncavo	51
2.3 O RECÔNCAVO - CARACTERÍSTICAS GEOCLIMÁTICAS	53
2.4 O RADÔNIO NOS MINERAIS ORNAMENTAIS E NO CIMENTO	59
2.5 OS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA: A NEOPLASIA	62
2.6 OS INSTRUMENTOS CONSTITUCIONAIS	75
2.6.1 A Constituição Federal e a saúde	75
2.6.2 A Constituição Federal e o meio ambiente	80
2.6.3 A Ação Popular	84
2.6.4 A Ação Civil Pública	87
2.6.5 A Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão	92
2.6.6 O Mandado de Injunção	95
2.6.7 O Mandado de Segurança Coletivo	99
2.7 O MINISTÉRIO PÚBLICO COMO <i>CUSTOS LEGIS</i> E <i>PARS</i>	101
2.8 O VÍCIO OCULTO E RESPONSABILIDADE CIVIL	105
2.9 ORGANISMOS NACIONAIS E SEU PAPEL REGULAMENTADOR	109
2.9.1 O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia	109
2.9.2 O Instituto Nacional de Câncer	114
2.9.3 A Comissão Nacional de Energia Nuclear	118
2.9.4 O Sistema Nacional do Meio Ambiente	121
2.9.5 O Sistema Nacional de Vigilância Sanitária	123
2.10 SOCIEDADES BRASILEIRAS AFINS - DE NATUREZA PRIVADA	127
2.11 BRASIL: SIGNATÁRIO DE ACORDOS E TRATADOS	130
2.12 ORGANISMOS INTERNACIONAIS E SEU PAPEL	137
2.12.1 A Organização Mundial de Saúde	134
2.12.2 A <i>United States Environmental Protection Agency</i>	138
2.12.3 A <i>International Agency for Research on Cancer</i>	145
2.12.4 A <i>International Commission on Radiological Protection</i>	146
2.12.5 A <i>United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation</i>	148
2.13 O RADÔNIO NA EUROPA	151
2.13.1 A qualidade do ar interior em Portugal	161

2.13.2 A qualidade do ar interior na Alemanha	164
2.14 OS IMÓVEIS	166
2.14.1 Patologias	167
2.15 MÉTODOS PARA CORREÇÃO DO PROBLEMA	169
2.15.1 Plantas arquitetônicas que levam em consideração o radônio	173
2.15.2 Métodos e técnicas para correção do problema	175
2.16 NORMAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO QUANTO AOS TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	181
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA ETAPA EXPERIMENTAL	185
3.1 DO TIPO DE ESTUDO	185
3.2 DO LOCAL DE ESTUDO	185
3.2.1 Da idade dos edifícios e seus usos	188
3.2.2 Edifício/Famam - Cruz das Almas	188
3.2.3 Edifício 1/Famam - Governador Mangabeira	189
3.2.4 Edifício 2/Famam - Governador Mangabeira	190
3.3 DO INSTRUMENTO DE AFERIÇÃO DOS ÍNDICES DE EMANAÇÕES	193
3.3.1 Do modelo	194
3.3.2 Da ISO - <i>International Standardization Organization</i>	195
3.3.3 Da Agência certificadora	196
3.3.4 Da Calibração	196
3.3.5 Das especificações técnicas	196
3.3.6 Do chip	197
3.4 DOS PROCEDIMENTOS	198
3.4.1 Do tempo de exposição	198
3.4.2 Da quantidade de dosímetros	198
3.4.3 Do posicionamento	200
3.4.4 Do dosímetro de controle	201
3.4.5 Do desenfundamento	202
3.4.6 Do armazenamento	202
3.5 DO PROCEDIMENTO ANALÍTICO	204
3.5.1 Materiais utilizados	204
3.5.2 Dos materiais de segurança	204
3.5.3 Resultado da Leitura	206
3.6 UNIDADES E GRANDEZAS DAS RADIAÇÕES	210
4 CONCLUSÕES	212
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	215
6 PRODUTO FINAL	221
6.1 INICIATIVAS DE LEGISLAR	221
6.2 PROCESSO LEGISLATIVO	224

6.3 PROPOSTAS DE LEGISLAÇÃO	227
6.3.1 Para criar uma Portaria do MCTIC	227
6.3.2 Para introduzir dispositivo na LOUS	228
6.3.3 Para introduzir dispositivo no Código de Obras	231
6.3.4 Para criar Portaria junto à ANVISA	232
REFERÊNCIAS	234

1 INTRODUÇÃO

1.1 AREJAMENTO E SAÚDE

Em sua monumental *Economia*, Aristóteles¹, na Antiguidade Clássica grega, já tratava do arejamento como importante para a saúde doméstica. Embora não se conhecesse, em geral, a causa das patologias, o senso comum já associava a insalubridade dos imóveis residenciais a doenças. A observação da morbidade remonta a tempos longínquos.

Hipócrates² em sua obra *Ares, Águas e Lugares* foi o primeiro, dentre os autores clássicos a ressaltar a importância dos fatores ambientais. Guardadas as devidas ressalvas quanto a uso muito mais do senso comum que propriamente do método científico este autor da Antiguidade clássica já recomendava que se observasse a “origem das águas, da frequência de enfermidades segundo as estações do ano” (CAMPOS et al., 2006, p. 319).

Na Roma Antiga, embora também não se conhecesse, em geral, a causa das patologias a falta de arejamento era associada com facilidade a patologias.

O direito ao acesso à luminosidade e à ventilação está expresso no direito civil brasileiro. Não apenas para garantir salubridade, mas para garantir dignidade. O acesso à ventilação e luminosidade constitui uma exceção à proibição de abrir janelas a menos de 1,5 m da propriedade alheia. Quando a visão incide sobre a linha divisória que separa as propriedades, as janelas não podem ser abertas a menos de 0,75 m. A exceção se encontra para aberturas de 10x20 cm, em qualquer número, acima de 2,00 m de altura para entrada de luz e ventilação.³

O direito civil brasileiro é um produto do direito romano. Sofreu deste forte influência. Os romanos já evidenciavam sua preocupação com as questões

¹Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.). Filósofo macedônio viveu entre os gregos. Foi discípulo de Platão. “Quanto ao conforto e à saúde, é importante que a casa tenha bom arejamento no Estio e boa exposição solar no Inverno. Surtirá esse efeito se estiver virada a norte e não for mais larga que comprida.” (ARISTÓTELES, 2004, p. 44-45).

²Hipócrates, médico grego, considerado o pai da medicina, viveu entre (460 a.C. - 370 a.C.).

³Art. 1.301. É defeso abrir janelas, ou fazer eirado, terraço ou varanda, a menos de metro e meio do terreno vizinho. § 1º As janelas cuja visão não incida sobre a linha divisória, bem como as perpendiculares, não poderão ser abertas a menos de setenta e cinco centímetros. § 2º As disposições deste artigo não abrangem as aberturas para luz ou ventilação, não maiores de dez centímetros de largura sobre vinte de comprimento e construídas a mais de dois metros de altura de cada piso (CC/2002).

relacionadas com moradia e doenças. Ao longo da história diversas reformas urbanas já relacionavam condições habitacionais a gama de doenças.

Pontanel e Giudicelli (1993, p. 247) indicam que, num período de 24h, passam pelos pulmões 20m³ de ar. O ar puro é composto de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 0,90% de argônio e 0,10% de gases raros e menos raros. Entre os gases menos raros estariam presentes o CO₂. Além disso, poeiras e micro-organismos. Os mesmos autores conceituam genericamente poluição como sendo a “desproporção desses elementos” ou a “mistura de elementos estranhos”, tais quais: pesticidas e radionuclídeos.⁴

Na opinião de Pontanel e Giudicelli (2013, pp. 247-248) o confinamento é sempre prejudicial uma vez que implica em viciações de quatro naturezas: a) química de origem respiratória; **b) química de origem não respiratória;** c) físicas; d) bacterianas.

Nos chama atenção especialmente para as viciações de natureza não respiratória, que são aquelas que **não** dizem respeito ao acréscimo à poluição causada pelo próprio organismo, ou seja, são todas aquelas que acrescentam ao meio com origem no próprio meio.

Para estes autores a renovação do ar “não deve ser deixada à vontade ou à fantasia dos ocupantes” (2013, p.253). Estes mesmos autores recomendam que a qualidade do ar só possa ser garantida com boa ventilação, seja por tiragem: a) natural ou b) mecânica. Consideram fundamentais tais medidas arquitetônicas como imprescindíveis para o conforto e a salubridade ambiental.

1.2 UM BREVE HISTÓRICO SOBRE O RADÔNIO

Kabat (2010, p.124) remonta aos conhecidos efeitos do radônio ao século XVI. Registros históricos indicam que os malefícios deste elemento são conhecidos desde esta época. Refere-se ao conhecimento que o médico Georgius Agricola já possuía acerca do *bergkranheit* ou mal da montanha, doença que afetava trabalhadores nas minas de prata de Erz, na divisa entre Alemanha e República Tcheca. Kabat (2010, p. 124) rememora Agricola que chegou a identificar que a

⁴Um radionuclídeo é um nuclídeo com estrutura nuclear instável, que procura alcançar a estabilidade a partir da emissão de partículas e/ou de ondas eletromagnéticas. Estas emissões são conhecidas como radiações, sendo as principais: emissão de partícula (α); emissão de partícula (β); emissão de partícula (γ) (TEIXEIRA; VALLE, orgs., 2010).

viuvez nessa região era 7 (sete) vezes maior entre viúvas de mineiros que de não mineiros. No mesmo sentido afirmam Schmid, Kuwert e Drexler (2010)⁵.

O mesmo Kabat (2010, p. 124) citando dados históricos de F.H. Harting e W. Hese, afirma que estes médicos identificaram, através de autópsias, em 1879, portanto antes da descoberta do radônio, que a *causa mortis* destes mineiros era aquilo que denominaram como “malignidade pulmonar”. Exames apurados nestes cadáveres, no início do século XX, posteriormente, portanto, identificaram que a causa mortis era “câncer pulmonar primário”. Kabat (2010, p. 124) chama a atenção para o fato de as bases científicas naquele momento não permitirem conexão entre mineração e câncer.

Após a II Guerra Mundial, em razão da crescente demanda por urânio, e ainda na década de 1950 nos E.U.A. iniciaram-se no Colorado, segundo Kabat (2010, p. 125) pesquisas no âmbito do *Public Health Service* e no *Colorado State Department of Health*, através de estudo epidemiológico para determinar a relação entre a progênie do radônio e câncer em mineradores no platô deste estado. O monitoramento deste estudo foi corroborado com outros nas mesmas condições também na América do Norte, Europa e China.

Na década de 1970, na prospecção historiográfica feita por Kabat (2010, p. 125) desconfiou-se que muitas residências americanas haviam sido construídas sobre depósitos ricos em urânio de mineração denominados de *hot spots* (sítios onde ocorreram atividades de mineração de urânio e fósforo-gipsita). Estes sítios foram largamente utilizados para construção residencial. Na Suécia, também na década de 1970, segundo Kabat (2010, p. 125) associou-se o câncer de pulmão com o xisto de alume (que pode conter quantidade significativa de urânio).

Entre as décadas de 1970-80 cientistas do *Lawrence Berkeley Laboratories* e do *Argonne National Laboratories* descobriram níveis altos de radônio em exames da qualidade do ar (PROCTOR, 2005, p. 203).

⁵*It has been known for more than 100 years that miners in the Ore Mountains suffer from an increased incidence of pulmonary disease, particularly lung cancer. Historically, lung cancer among miners was called “Schneeberg disease,” after the mining town of Schneeberg in the German state of Saxony . Radon was identified as its cause in the early 20th century. The inhalation of radon exposes the bronchial mucous membranes to a high level of alpha radiation, which interacts with bronchial epithelial cells, damaging their DNA and inducing neoplasia.*

Em 1979 após o acidente nuclear da usina *Three Mile Island* medições em imóveis vizinhos indicavam elevada quantidade de radônio nas residências, na casa de 20-100 pCi/L⁶ (PROCTOR, 2005, p. 204).

As evidências levaram o governo americano através do *Department of Energy* e da *Environmental Protection Agency* (EPA) a criar programas para avaliação do radônio doméstico. Em 1978 foi aprovado o *Uranium Mill Tailings Radiation Act* e em 1983 a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) determinou que o índice de radônio doméstico como meta não deveria ultrapassar 4 pCi/L e como limite absoluto 6 pCi/L (KABAT, 2010, p.125).⁷

Na Pensilvânia em 1984, após uma investigação casual, descobriu-se alta concentração de radônio em uma residência em um fato marcante para a história da concentração deste gás. O dosímetro de uso pessoal de um engenheiro de nome Stanley Watras da usina nuclear *Philadelphia Electric Company* registrou 2.800 pCi/L, ou seja, 700 vezes o nível máximo⁸. Estudo aprofundado dissociou qualquer relação entre a usina e o alto índice. A investigação observou que a emissão que fez registrar alto índice vinha de sua própria residência em Boyertown em Reading Prong, Condado de Berks, Pensilvânia (KABAT, 2010, p. 126).

Em 1985 no mesmo condado (*Berks County*), uma amostragem de 1600 residências indicou que 40% delas estavam com níveis elevados.

Somente em 1986, segundo Kabat (2010, p. 129) a EPA passou a ter competência para especificar diretrizes para o enfrentamento. Ainda em 1985 estimava-se que o radônio contaminasse de forma natural um milhão de residências nos E.U.A., número posteriormente revisado para oito milhões.

No caso do Brasil, diversos trabalhos e estudos acadêmicos indicam a ausência de valores críticos para o radônio, assim como a possibilidade da inexistência de uma legislação que, nas conclusões, ficará clara.⁹

⁶20-100 pCi/L ou seja 740-3.700 Bq/m³. Nos E.U.A. adota-se o Ci. 1 Ci = radiação emitida por uma grama de urânio.

⁷4 pCi/L = 148 Bq/m³

⁸2.800 pCi/L = 103.600 Bq/m³

⁹Segundo Narloch (2015, p. 30) em alguns trabalhos realizados no Brasil a concentração média do gás ²²²Rn, em ambientes indoor, apresenta-se abaixo do valor estabelecido pela ICRP (2014) de 300 Bq/m³ (CORRÊA, 2006; GERALDO et al., 2005; DEL CLARO, 2013). Na pesquisa de Marques et al. (2006), sete residências, no estado de São Paulo, foram avaliadas. Uma delas apresentou 610 ± 55 Bq/m³, excedendo os limites estabelecidos.

A seguir um quadro sinótico desenhado por Bernárdez (2015, p. 53) com os principais acontecimentos relacionados com os efeitos do radônio sobre a saúde humana.

Quadro 1 - Histórico do radônio

ANO	ACONTECIMIENTO
1500	Agrícola observa un exceso de mortalidad por enfermedad respiratoria en mineros de las montañas del Erz (Europa del Este).
1879	Harting y Hesse encuentran que ese exceso de mortalidad en los mineros se debe al cáncer de pulmón.
1921	Uhlig relaciona las emanaciones del radio con el cáncer de pulmón.
Años 70	Se publican los primeros estudios que relacionan la exposición a radón y el cáncer de pulmón en mineros.
1987	La Agencia de Protección Ambiental Norteamericana (USEPA) establece 148 Bq/m ³ como la concentración de radón a partir de la cual deberían tomarse medidas de reducción en los domicilios.
1988	La Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) clasifica el radón y sus descendientes como carcinógenos humanos.
1988	BEIR IV (US National Academy of Sciences/National Research Council, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations). Análisis pormenorizado de los estudios realizados sobre radón en mineros y sobre radón en animales. Asocia la evidencia publicada con el riesgo de cáncer de pulmón debido a la exposición a radón.
1990	Publicación de una directiva europea (EURATOM, Comisión Europea para la Energía Atómica) que recomienda que no se superen los 400 Bq/m ³ en viviendas ya construidas y los 200 Bq/m ³ en viviendas de nueva construcción. ¹⁰
Años 90	Estudios sobre radón residencial y riesgo de cáncer de pulmón.
1999	BEIR VI (US National Academy of Sciences/National Research Council, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations). Actualización del informe BEIR IV, donde se indica que el radón es el segundo factor de riesgo del cáncer de pulmón después del tabaco.
2005	Publicación de los resultados combinados de los estudios sobre radón domiciliario y cáncer de pulmón realizados en Europa y Norteamérica.
2005	Inicio del International Radon Project, patrocinado por la Organización Mundial de la Salud.
2009	Publicación del WHO Handbook on Indoor Radon. Manual de referencia

¹⁰ A Diretiva Euraton referida é a de número 90/143. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A31990H0143>. Acesso em 25 jan. 2017.

	sobre el radón residencial y su efecto sobre la salud. Reduce el nivel recomendado de exposición a radón residencial a 100 Bq/m ³ .
2014	Directiva 2013/59/EURATOM por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. La UE fija unos niveles límite para domicilios y lugares cerrados de 300 Bq/m ³ de exposición promedio anual. ¹¹
2014	Inclusión del radón residencial en el Código Europeo Contra el Cáncer como un factor de riesgo a medir y evitar.

Fonte: Bernárdez (2015, p. 53)

1.3 DOS OBJETIVOS E HIPÓTESES

O presente trabalho avalia o impacto que a ausência de regulamentação no âmbito da construção civil predial e no âmbito do uso de materiais de construção traz para a saúde humana. A falta de normatização pode causar um grande problema de saúde pública uma vez que nestes materiais e nestes imóveis pode está contido, de forma natural, o gás nobre radônio que é imperceptível aos sentidos do corpo humano, e que pode em certa concentração, causar malefícios de difícil solução. O presente trabalho debruça-se sobre um tema de grande relevância para a saúde pública. A preocupação governamental acerca deste elemento químico tem sido possivelmente negligenciada até a presente data. O gás radônio encontrado generosamente em toda natureza muito afeta o homem. Provavelmente é responsável por boa parte das causas de mortes, por câncer de pulmão, em todo o mundo. É responsável por parte significativa dos casos de cânceres de pulmão. Assim sendo trata-se de um tema de alta relevância e seu estudo necessário. Acrescente-se a isto o fato de que inexistente no Brasil, ao que se sabe até agora, uma legislação específica para se fiscalizar, regulamentar, controlar a exposição humana a este elemento natural. Esta dissertação prospectou uma possível normatização já existente acerca do tema. Levando-se em consideração, *a priori*, que inexistente uma

¹¹ A Diretiva Euratom referida é a de número 2013/59, que modificou o entendimento acerca dos limites toleráveis e definiu seu campo de âmbito de aplicação: trabalhadores expostos. Traz nas suas premissas a contribuição da ICRP e da AIEA. A expressão “lugares cerrados” aqui diz respeito a lugares fechados de trabalho. Premissa 24: “os Estados-Membros deverão informar a Comissão sempre que, devido a circunstâncias nacionais existentes, estabelecerem um nível de referência para as concentrações de radão no interior dos locais de trabalho superior a 300 Bq.m⁻³”. Disponível: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013L0059&from=PT>> Acesso em: 01 maio 2017.

regulamentação específica acerca há que se perceber displicência legislativa no tocante a este fato. Silenciosamente o radônio faz suas vítimas. A(s) doença(s) causada(s) por exposição desnecessária e excessiva ao radônio poderia(m) ser evitada(s) se existissem normas públicas específicas que protegessem os seus cidadãos da exposição excessiva. A descoberta dos efeitos nocivos desse gás radioativo aconteceu há muitos anos e, o que é provável, nenhuma medida específica até agora foi anunciada no Brasil.

A regulamentação sobre o uso de materiais de construção no Brasil encontra-se, ao que se sabe, muito distante do ideal e também da ideia de uma norma pública nacional. Não há claramente qualquer preocupação governamental quanto a se ter uma expectativa de normatização também. Este fato é bastante preocupante uma vez que o Poder Público deveria, por ser zelador da saúde pública, se antecipar e fiscalizar a construção civil imobiliária não só sob o aspecto da preservação da natureza e da segurança dos trabalhadores, mas também quanto à saúde do cidadão comum.

Os escassos estudos que se tem na literatura brasileira apenas constata os riscos¹², se limitam bastante a isto, não se aprofundando no modo de solucionar a

¹²O risco é um fator cultural, sujeito a oscilações tanto de natureza temporal quanto local. A atividade científica identifica riscos que, muitas vezes, são desprezados pela sociedade. O senso comum e o conhecimento científico nem sempre andam de braços dados. Além disso, ainda resta a ação do poder público. A administração Pública tem o dever de esclarecer à sociedade os riscos que os produtos e os serviços contêm. Perante a administração pública a ideia de risco está muito associada à ideia de epidemiologia. A administração pública não costuma agir, na defesa do interesse individual, mas quando algo atinge ou pode atingir concreta ou potencialmente à sociedade. Assim foi, por exemplo, com as leis antifumo. Depois de muitos anos que já se sabe dos malefícios do tabagismo, milhões de pessoas ainda persistem no hábito. O poder público limitou o consumo taxando, restringindo, mas não proibiu. Pode-se considerar um avanço. Muito provavelmente isto também ocorre com o radônio. A comunidade científica afim sabe o poder público seguramente entenderá a sua relevância, mas a sociedade persistirá no desconhecimento. Uma evolução no conhecimento público, gradativamente, levará o poder público a regulamentar e a sociedade a entender seus riscos. A sociedade norte americana, que foi certamente a primeira a se mobilizar para esta questão, foi gradualmente incorporando os valores da salubridade ambiental. O poder público também evolui em sua ação regulando paulatinamente. Na seguinte passagem a identificação da negligência, sob a ótica do ponto de vista científico, do trabalhador com relação ao uso de agrotóxicos. Por analogia a questão é muito semelhante: “ Em estudos realizados com trabalhadores rurais do município de Nova Friburgo, região serrana do Estado do Rio de Janeiro (Peres, 1999; Peres et al. 2001; Pontes e Rodrigues, 2001), observamos a importância das análises de percepção de risco para o entendimento da situação de exposição e da contaminação (humana e ambiental) por agrotóxicos. Os riscos relacionados ao regime de uso de agrotóxicos parecem estar bem definidos para a comunidade científica de um modo geral. As vias de intoxicação, a toxicidade e os danos à saúde e ao ambiente, por parte destes produtos, aparecem hoje como conhecimentos claros e bem constituídos de estudos afins, baseando e evidenciando o risco de uso/produção de tais substâncias. Porém, estes riscos podem (ou não) passar quase despercebidos pelo usuário de tais produtos, por motivos que variam do desconhecimento à negação da existência do risco, como prática de convivência em um processo de trabalho injurioso. (DEJOURS, 1992 ; MINAYO; MIRANDA , orgs. , 2002, p. 137).

questão que, e por tratar-se de um caso de saúde pública, deve ser mais aprofundada.

Mesmo as normas públicas, já existentes, relativas à construção civil não satisfazem a esta questão, uma vez que não preveem qualquer tipo de cuidado especial na exploração de jazidas desses materiais, quanto a esta exposição que aqui é tratada.

A exploração desses materiais se dá tanto de forma artesanal quanto em larga escala sem absoluta regra quanto à exposição à radioatividade natural. Em ambos os casos o trabalhador é igualmente exposto ao radônio. Ressalte-se que os trabalhadores da exploração em larga escala geralmente dispõem de Equipamento de Proteção Individual (EPI), que os resguardam de outros males e evitam vários acidentes. Quanto ao radônio, ao que se sabe, não há nenhuma preocupação. Não parece que existem EPIs para este tipo de cuidado específico nem tampouco qualquer preocupação dos órgãos regulamentadores com uma exposição que pode ser altamente danosa¹³. Essa lacuna é seguida pela iniciativa privada. O raciocínio parece o mesmo. Se o poder público não regulamentou, por que haveria o setor privado de preocupar-se?

Noutros países, tais como os E.U.A. e países europeus, há muito se estabeleceu critérios claros acerca da relação entre imóveis, radônio e câncer que, por aqui, encontra-se longe de tornar-se algo tangível.

Mesmo no plano acadêmico, aqui, as discussões encontram-se ainda em processo embrionário e muito pouco se sabe acerca deste tema. Esta dissertação é bastante inédita vez que raríssimos trabalhos exploram esta seara especialmente no que diz respeito aos aspectos legais.

A necessidade de explorar este tema se justifica diante da omissão do Poder Público em regulamentar e fiscalizar a indústria mineradora e a construção civil, que podem, em razão de diretrizes governamentais de observação obrigatória, está atuando à revelia de procedimentos seguros.

¹³Dentre os órgãos responsáveis pela normatização de EPIs estão o Ministério do Trabalho e o Ministério da Saúde. Dentre os órgãos fiscalizadores estão a Superintendência Regional do Trabalho e o Ministério Público do Trabalho. As NRs não trouxeram um equipamento específico para o trabalhador que lida, na construção civil imobiliária, com minerais que contém radioelementos.

Para não dizer que a legislação brasileira foi totalmente omissa, em 2012 as vítimas foram lembradas. A Lei 12.646/2012 criou o Dia Nacional de Luta dos Acidentados por Fontes Radioativas.

Ressalte-se que as autarquias especiais e órgãos da administração pública direta ou indireta, tais como o Conselho Federal de Engenharia (CONFEA), a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o Ministério da Saúde (SAÚDE), são instituições legalmente obrigadas a produzir normas em maior ou menor escala de regulamentação para a proteção à saúde coletiva dentro de suas respectivas esferas de atuação.

Entre outras coisas o objeto desta pesquisa, relevante pela vista necessidade de regulamentação, visa mostrar que o contato com a natureza nem sempre é salutar e que uso de materiais naturais não necessariamente é sempre seguro.

Conhecer a natureza é a melhor forma para protegê-la e de nos proteger. Há talvez, uma forte crença, enraizada na cultura, que leva muitos a acreditarem, que a natureza é apenas uma fonte de saúde, podendo ser esta tese um ledó engano. É bom lembrar que a natureza é fonte de quase todos os elementos químicos existentes e que muitos deles podem causar doenças de difícil trato.

É necessário dizer que, embora não haja nenhuma regulamentação, não se trata de um caso de saúde pública incontornável. Medidas profiláticas aplicadas à engenharia civil imobiliária podem evitar, de forma segura e econômica, a causação deste problema. Essas medidas profiláticas são aqui denominadas de legislação preventiva aplicada à construção civil.

O maior mal associado ao radônio é o carcinoma de pulmão. Na Classificação Internacional de Doenças (CID-10) da Organização Mundial de Saúde (OMS) esta patologia está listada na série C34. Esta neoplasia é causada pela inalação de átomos de ^{222}Rn emanados do assoalho dos imóveis, das paredes, de frestas, de fissuras, do material utilizado na construção, das tintas, dos minerais ornamentais, etc. Embora se especule que outros males também estejam associados tais como leucemia, linfoma, mieloma, cardiopatias, esclerose múltipla, a OMS acredita que os estudos podem ser falhos para estas demais patologias.

A regulamentação sobre a exposição humana ao radônio poderá evitar muitas mortes todos os anos no Brasil. O hiato legal, referenciado pelos estudos nacionais e internacionais, é responsável por centenas de mortes que poderiam ser evitadas.

Somente a regulamentação e a fiscalização feitas pelo Poder Público poderão evitar mortes e sofrimentos causados pelo câncer de pulmão a milhares de cidadãos.

Ampla literatura tanto estrangeira quanto nacional evidencia o impacto do radônio na saúde humana. Assim sendo, objetivou-se aqui, no desenvolvimento de uma ampla pesquisa, conhecer como o radônio afeta a vida de brasileiros, especialmente os localizados no recôncavo baiano.

Neste sentido foi necessário:

1. Conhecer as iniciativas institucionais para regulamentação, especialmente as que concernem ao poder público;
2. Conhecer as normas dos organismos internacionais das quais o Brasil é signatário;
3. Conhecer normas americanas e europeias (especialmente ibéricas) acerca do radônio na construção civil assim como as relativas às suas agências de proteção ambiental;
4. Verificar se existem normas legais públicas ou oriundas de qualquer poder delegado que cuida deste aspecto;
5. Conhecer o mapa que expõe a concentração do radônio, caso exista, na Bahia;
6. Investigar o perfil geoclimático dos municípios de Governador Mangabeira e Cruz das Almas;
7. Medir a concentração de radônio nas dependências acadêmicas da Faculdade Maria Milza nos *campi* de Governador Mangabeira e Cruz das Almas;
8. Conhecer e discutir a tolerância do organismo humano ao radônio;
9. Propor, segundo as regras do processo legislativo, um arcabouço de um Projeto de Lei que vise regulamentar a exposição humana ao referido agente.

Embora pouco se tenha escrito, no Brasil, acerca do malefício do radônio para a saúde humana, alguns estudos já anunciam que pesquisas estão começando a entender, pormenorizadamente, a sua relação com a saúde. A literatura estrangeira, especialmente europeia e norte-americana, é mais numerosa e aprofundada.

Fior (2008, p.4) afirma que:

No Brasil ainda não existem dados estatísticos suficientes para um mapeamento das regiões com maior concentração de radônio ou especificação de materiais de construção que funcionem como barreira para a exalação do gás, e nem legislação específica.

Percebe-se a necessidade de regulamentação. Afirma Fior (2008, p. 5) que,

Há a necessidade de regulamentação do uso desses materiais para assegurar a proteção das pessoas que só poderá ser feita a partir de um estudo detalhado da presença no solo desse gás, bem como da sua influência na composição dos materiais de construção utilizados. A exalação

do ^{222}Rn nos materiais de construção pode ser reduzida com a aplicação de revestimentos internos nos ambientes desde que a camada aplicada seja homogênea. A tinta a base de epóxi, por exemplo, reduz a exalação do gás em aproximadamente 65%. Dessa forma, o revestimento interno das paredes atua de forma a aumentar ou diminuir a exalação do radônio nos ambientes internos.

Em outro estudo, o autor deixa clara a relação direta entre a exposição e neoplasias pulmonares. Santos (2008, p. 14) afirma que,

De acordo com a Comissão Nacional de Proteção Radiológica dos Estados Unidos da América (Publicação NCRP 87), 55% da exposição total do homem à radioatividade natural são devidas à inalação do radônio e de seus filhos. Ademais, a inalação sistêmica do radônio é freqüentemente associada ao surgimento de neoplasias pulmonares. Desta forma, é extremamente relevante a determinação dos níveis de concentração desses elementos radioativos tanto em ambientes de trabalho, como em residências, locais esses com elevado nível de ocupação pelos seres humanos.¹⁴

Fica claro que a preocupação, embora nascente, apela para o mesmo argumento: a necessidade da regulamentação. É unanimidade na comunidade científica que tem se debruçado sobre a temática. É o que diz Santos (2010, p. 78):

De acordo com Cogan et al (2008), muitos países têm incorporado na legislação a obrigatoriedade de adoção de medidas preventivas contra o radônio em novas construções. Segundo os autores, a proteção efetiva através de técnicas passivas é um método acessível que apresenta facilidade de instalação e reduz futuras preocupações sobre as implicações desse poluente em ambientes interiores.

É de se notar que a literatura acerca da matéria é ampla no domínio acadêmico, embora não se restringindo a tal. A literatura é coesa no sentido de apontar que o radônio é causador de uma patologia e que a legislação brasileira é omissa. Nesse sentido os pesquisadores das mais diversas áreas são unânimes também em afirmar que a necessidade de regulamentação é urgente. Este trabalho não se limita a reafirmar aquilo que já se sabe, mas a explorar o tamanho desse impacto na ausência dessa legislação.

Santos (2010, p. 26) apresenta o caminho do decaimento do radônio e explica como o malefício acontece. Este estudo é esclarecedor no que concerne a

¹⁴Teixeira e Valle, (orgs., 2010) apresentam os seguintes dados: “A radioatividade natural é responsável por 68% da exposição à qual a população terrestre está sujeita diariamente. Esta radioatividade natural é proveniente dos raios cósmicos oriundos do sol, das substâncias radioativas existentes na face da Terra e do gás radônio no interior das residências. Os 32% restantes, aos quais a população está exposta, são provenientes das fontes artificiais de radiação, como, por exemplo, exames médicos (radiografias, diagnósticos e terapias), representando 29%, e indústrias nucleares, teste de armas atômicas, acidente de Chernobyl, representando 3%.”

necessidade da determinação dos índices locais. Os estudos europeus e norte-americanos já são bastante avançados, mas pouco é útil a sua, tão somente, importação.

A literatura, que tem abordado este tema, tem advogado a tese de que se desenvolvam mais estudos no sentido de se conhecer os vários ângulos da questão desde os pormenores periféricos, quanto aos aspectos centrais aqui tratados. Ressalte-se que a localização destes aspectos se dá exclusivamente pela proximidade com o objeto de pesquisa deste trabalho. Aqui, portanto, o âmago seria a lacuna legislativa e suas consequências. O aspecto periférico diz respeito às questões relacionadas aos aspectos físico-químicos e da área da construção civil, não que sejam menores, mas apenas secundárias por uma necessidade de delimitação temática. A etapa experimental levantou dados acerca dos índices de emanção apenas para consubstanciar a necessidade de uma legislação, mas não adentrou nos domínios avançados da química e da física.

Os referenciais teóricos desejados seriam os preceitos normativos. Cabe ao Poder Público o zelo pela saúde coletiva. Assim a saúde aparece na Constituição Federal de 1988 (CF/88), como direito social, como direito trabalhista. O artigo 7º, XII, estabeleceu como matéria de direito constitucional o direito de ter, o trabalhador, normas de saúde em seu favor.

Dada a relevância da defesa da saúde como fundamento constitucional, a própria Norma Maior estabeleceu o primado da competência em relação a esta matéria sendo estendida a sua atribuição a todas as unidades federativas e inclusive à própria União. É o que se infere da leitura do art. 24, XII¹⁵. O art. 30 não dispensou os municípios da sua responsabilidade. Lê-se isto no art. 30, VII.¹⁶

Tripartida a seguridade social no texto constitucional em assistência social, previdência e saúde, outorgou a esta última, em sua promoção e institucionalização o dever do Estado e a universalização do acesso.

Em mais recente trabalho científico, Brito (2013) inicia um programa de pesquisas no sentido de se aferir, aqui no Recôncavo baiano, o quantitativo de radônio nas residências. Diz Brito (2013, p. 38) que,

¹⁵Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre: XII - previdência social, proteção e defesa da saúde;

¹⁶Art. 30. Compete aos Municípios: VII - prestar, com a cooperação técnica e financeira da União e do Estado, serviços de atendimento à saúde da população;

A principal fonte geradora do radônio presente no ambiente é o solo. Outra fonte importante de geração de radônio para o ambiente interior de um domicílio é a água subterrânea e, a ingestão dessas águas, com altos teores de rádio e/ou radônio, também é prejudicial à saúde.

É incontestável que estamos numa fase embrionária de constatações quanto à maleficência das descobertas, é o que afirma o autor de Medidas de Concentração de Radônio em Ambientes da Região Metropolitana de Salvador, Bahia. Constata-se a veracidade desta afirmação em Brito (2013, p. 40):

A medicina do trabalho há muito reconheceu o radônio como associado ao câncer de pulmão, especialmente entre os mineiros que trabalham no subsolo. Entretanto, até recentemente, pouca evidência científica estava disponível sobre o risco para a população em geral causado pelo acúmulo de radônio nos ambientes interiores das construções. Em uma revisão de literatura recente os autores identificaram que a exposição ao radônio e aos produtos resultantes do seu decaimento no interior dos prédios, é um dos principais contribuintes para a exposição da população em geral à radiação.

Em trabalho apresentado no VI Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Severo e Filho (2013, p.8) concluíram no mesmo sentido que se apresenta aqui:

É importante que haja uma conscientização das questões que envolvem o radônio tanto pelos profissionais envolvidos com as construções quanto da população em geral. Também se faz necessário um mapeamento mineral com a finalidade de se localizar as áreas com maior intensidade de radioatividade. Outro aspecto não menos importante é a necessidade de um estudo mais detalhado na fase de pré-projeto dos empreendimentos, onde notadamente se vão definir os locais para a construção, o *layout* e funcionalidade da edificação, os materiais a serem empregados e as técnicas construtivas. Paralelamente a essas questões é de fundamental importância que se estimule a criação de normas e legislações específicas que propiciem a prevenção e a proteção da saúde pública do gás radônio. É fundamental que se implementem normas técnicas e legislação específica sobre o tema, de modo a disciplinar a execução de projetos de engenharia podendo-se utilizar como base o acervo normativo internacional disponível.

Apesar de possuir o Brasil uma sofisticada legislação, no que pese a impunidade, tem-se muita segurança jurídica quando a lei é a fonte principal do direito. Apesar da legiferante atividade parlamentar não se tem, ao que se sabe, absolutamente nada escrito no que diz respeito ao radioelemento radônio doméstico e a saúde.

Apesar de toda segurança jurídica e ampla legislação que cobre quase todas as situações e ainda prevendo a possibilidade de lacunas, criou o legislador a figura

do Mandado de Injunção (MI), mais à frente abordado com mais profundidade. Este encontra previsão no art. 5º, LXXI.¹⁷

LXXI - conceder-se-á mandado de injunção sempre que a falta de norma regulamentadora torne inviável o exercício dos direitos e liberdades constitucionais e das prerrogativas inerentes à nacionalidade, à soberania e à cidadania;

Acontece que o direito à saúde, da forma necessária à sua preservação, não pode, em tese, ser alcançado por este remédio constitucional. Mesmo que possa, basta que um só Projeto de Lei tramitando no Congresso Nacional fará seu efeito cair por terra.¹⁸

Ao cidadão, individualmente, não resta outra saída. Tem que aguardar a iniciativa parlamentar ou oriunda do executivo, sem a qual não poderá exercer sua vontade de ver a regulamentação vigente.

Haveria hipótese para cabimento do MI a circunstância em que uma previsão constitucional carecesse de auto aplicabilidade, por falta de uma regulamentação prevista, como condição de sua efetivação. A relação constitucional entre saúde, meio ambiente, salubridade imobiliária, não formam um tecido regular, portanto, o cabimento do MI, neste caso, é prejudicado.

A construção de residências em locais com grande concentração desse gás igualmente não está regulamentada. Espera-se conhecer a possibilidade de se ter normas públicas que tratam de possível normatização e as iniciativas legislativas que minimizam este problema.

Buscou-se oferecer à sociedade como contribuição final dos trabalhos informações técnicas acerca dos riscos da exposição, uma radiografia dos prejuízos sociais e a possibilidade de uma legislação para se evitar tais riscos.

Para a elaboração de uma legislação clara e funcional é necessário estudo que açambarque vários segmentos. São necessários aprofundamentos em conhecimento na construção civil e na arquitetura, na engenharia civil, para que se tenha uma discussão maior.

¹⁷Lacuna do direito – Segundo o que nos ensina Iêdo Batista Neves, (Vocabulário prático de tecnologia jurídica e de brocardos latinos. Rio de Janeiro: APM, 1987): “Em senso lato, diz-se lacuna da lei. E senso estrito, diz-se da lacuna no ordenamento jurídico. Nesse caso, a expressão é imprópria, porque ainda que no direito positivo a regra jurídica deixe de regular certa matéria, ela encontra sua disciplina nos princípios gerais do direito, na analogia ou nos costumes. Por isso, diz-se que pode haver lacuna na lei, jamais no direito. (SANTOS, 2001,p. 141)

¹⁸É pressuposto do MI a *inertia agendi vel deliberandi*.

Destaque-se que, embora a competência primordial para legislar seja do Legislativo, não o é de forma exclusiva, estando legitimados a regulamentar a qualidade do ar outros órgãos, como os órgãos da administração pública direta e indireta, tais como agências governamentais, assim como os conselhos profissionais que podem e devem editar preceitos dentro de sua esfera de abrangência.

O alcance da investigação sobre o tema permitiu concluir pela afirmação de que não há nada regulamentando diretamente a exposição humana ao radônio. Ampla pesquisa foi realizada no sentido de se conhecer o que possivelmente já há feito, também no sentido de averiguar as possíveis iniciativas, que estão sendo esboçadas ou que até mesmo já tramitam no legislativo federal e estadual.

A hipótese da lacuna legislativa se constitui um fato.

O resultado final é algo muito concreto. Oferece-se o retrato dessa lacuna e o impacto que a mesma ocasiona. Neste diapasão, foi elaborado, a título de contribuição do trabalho de pesquisa, um texto de um projeto de lei, pronto para tramitar em qualquer câmara legislativa municipal e uma proposta de regulamentação, visando normatizar, a exposição ao radônio na arquitetura civil, especialmente no que concerne a salubridade ambiental interna de escolas e residências nos âmbitos da CNEN, da ANVISA e dos municípios.

Em razão da natureza peculiar do processo legislativo brasileiro, antes de ser levada ao plenário de uma câmara legislativa, se escuta ampla faixa de interessados. Certamente, em razão da democracia vigente no Brasil, todos os interessados, especialmente construtoras e conselhos de associações profissionais serão convidados a expressar os seus prós e contras. A própria CF/88 já dispõe dessa garantia, que funciona como suporte do sistema de participação dos segmentos que compõem a sociedade. Verifica-se isto no art. 58, § 2º, II:

Art. 58. O Congresso Nacional e suas Casas terão comissões permanentes e temporárias, constituídas na forma e com as atribuições previstas no respectivo regimento ou no ato de que resultar sua criação.

§ 2º Às comissões, em razão da matéria de sua competência, cabe:

II - realizar audiências públicas com entidades da sociedade civil;

Uma regulamentação deste porte impacta nos conceitos da construção civil e da arquitetura. Não foi diferente onde a regulamentação já ocorreu.

Além disso, o presente trabalho contempla também uma etapa experimental que colaborará para iniciar um processo de conscientização pública real a respeito da prevenção, assim como estimular outras iniciativas que impulsionam diligências

técnicas para produzir a médio e longo prazo a prática no seio social da aferição doméstica destes índices e a exigência enquanto consumidor imobiliário de unidades habitacionais com salubridade para este gás.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OS GASES NOBRES

É o radônio um gás inerte que não reage, a temperaturas antroposféricas, com nenhum outro elemento.¹⁹ São eles: (**He**, Hélio; **Ne**, Neônio; **Ar**, Argônio; **Kr**, Criptônio; **Xe**, Xenônio; **Rn**, Radônio; **Og**, Oganessônio). O **Og** não ocorre naturalmente.²⁰

São propriedades dos gases nobres: baixa reatividade nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTPs), que na sequência do maior para o menor estão (Ne < He < Ar < Kr < Xe < Rn), fraca interação interatômica, baixo ponto de fusão e de ebulição, inodoros, incolores, insípidos, alta energia de ionização, e exceto o He (que possui 2) todos os demais possuem 8 elétrons na camada de valência (última camada)²¹. Em razão de sua última camada ser completa não tendem a formar ligações químicas, seja por ganho ou perda de elétrons. Os átomos dos gases nobres, por ter sua última camada completa conforme quadro 2 a seguir, existem sozinhos (monoatômicos) na natureza, pois não precisam se ligar a outros átomos nem a outros elementos.

Foram denominados “nobres” por analogia com os metais nobres, que possuem baixa reatividade²². Também receberam o epíteto de “raros” em razão de suas supostas raridades segundo (Ozima, 2002), embora se saiba hoje que não o são. O He, por exemplo, é o 2º elemento mais abundante do universo depois do Hidrogênio. A seguir quadro com a distribuição eletrônica dos gases nobres.

Quadro 2 - Distribuição eletrônica dos gases nobres

Distribuição Eletrônica dos Gases Nobres						
Gás Nobre	Nº Atômico	Distribuição dos elétrons por camadas				
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª

¹⁹Em temperaturas comuns, o radônio é um gás incolor. Quando resfriado a temperaturas abaixo de - 71 °C exibe uma fosforescência brilhante, que se torna amarela quanto maior a redução da temperatura e vermelha alaranjada na temperatura do ar líquido. Por ser um gás nobre e quimicamente inerte, só reage com outros elementos quando submetido a elevadas temperaturas, da ordem de 400 °C, podendo reagir com o flúor e o cloro formando haletos como RnF₂, RnF₄, RnF₆ e RnCl₄. DICK (2000).

²⁰O Og foi anteriormente denominado de Ununóctio (Uuo).

²¹Quando um elemento químico possui 2 ou 8 elétrons na última camada ele se torna estável. A isso se diz “regra do octeto”. Segundo Kotz; Treichel; Weaver (2008, p. 1 - 27) “Ao formar ligações, os átomos dos elementos representativos ganham, perdem ou compartilham elétrons para atingir uma configuração estável com oito elétrons de valência”.

²²Denominação estabelecida pelo químico alemão **Hugo** Wilhelm Traugott **Erdmann** (1862 - 1910).

He	2	2				
Ne	10	2	8			
Ar	18	2	8	8		
Kr	36	2	8	18	8	
Xe	54	2	8	18	18	8
Rn	86	2	8	18	32	18 8

Fonte: Própria

2.2 O RADÔNIO

Sua posição encontra-se na tabela periódica entre os gases nobres.

Quadro 3 - Tabela periódica dos elementos químicos.

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key:
 atomic number
 Symbol
 name
 conventional atomic weight
 standard atomic weight

1 H hydrogen 1.008 (1.0078, 1.0082)	2 He helium 4.0026											13 B boron 10.81 (10.806, 10.821)	14 C carbon 12.011 (12.009, 12.012)	15 N nitrogen 14.007 (14.006, 14.008)	16 O oxygen 15.999 (15.999, 16.003)	17 F fluorine 18.998 20.180	18 Ne neon 20.180												
3 Li lithium 6.94 (6.938, 6.947)	4 Be beryllium 9.0122											13 Al aluminum 26.982	14 Si silicon 28.086 (28.084, 28.086)	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06 (32.059, 32.076)	17 Cl chlorine 35.45 (35.446, 35.457)	18 Ar argon 39.948												
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305 (24.304, 24.307)	3 Sc scandium 44.956	4 Ti titanium 47.867	5 V vanadium 50.942	6 Cr chromium 51.996	7 Mn manganese 54.938	8 Fe iron 55.845(2)	9 Co cobalt 58.933	10 Ni nickel 58.693	11 Cu copper 63.546(3)	12 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 83.798(2)	36 Kr krypton 83.798(2)												
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90 131.29	54 Xe xenon 131.29												
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium 98	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	81 Tl thallium 204.38 (204.38, 204.38)	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium 209	85 At astatine 210	86 Rn radon 222												
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	113 Nh nihonium 284	114 Fl flerovium 289	115 Mc moscovium 288	116 Lv livermorium 293	117 Ts tennessine 289	118 Og oganeson 294												
87 Fr francium 223	88 Ra radium 226	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium 261	105 Db dubnium 262	106 Sg seaborgium 263	107 Bh bohrium 264	108 Hs hassium 265	109 Mt meitnerium 266	110 Ds darmstadtium 267	111 Rg roentgenium 268	112 Cn copernicium 269	113 Nh nihonium 284	114 Fl flerovium 289	115 Mc moscovium 288	116 Lv livermorium 293	117 Ts tennessine 289	118 Og oganeson 294												
57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium 145	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(2)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97	89 Ac actinium 227	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium 237	94 Pu plutonium 244	95 Am americium 243	96 Cm curium 247	97 Bk berkelium 247	98 Cf californium 251	99 Es einsteinium 252	100 Fm fermium 257	101 Md mendelevium 258	102 No nobelium 259	103 Lr lawrencium 262

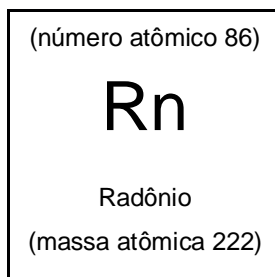


For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016. Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Fonte: IUPAC

O radônio possui a seguinte configuração na tabela periódica dos elementos:

Quadro 4 - Símbolo químico



Fonte: IUPAC

O nome radônio, que pode ser escrito com as grafias *rádon*, *radão*, *radônio*, é um vocábulo oriundo do latim *radonium* e significa literalmente (derivado do elemento químico rádio).

Foi descoberto em 1899 por dois importantes cientistas quando perceberam a radioatividade no ThO₂ (dióxido de tório): Robert Bowie Owens (1870-194) e Ernest Rutherford (1871-1937). O mesmo Rutherford já em 1904 não sabendo ainda do que se tratava chama o que observava de “emanações do Tório”. No mesmo ano de 1899 o laureado casal Curie, Pierre Curie (1859-1906) e Marie Sklodowska Curie (1867-1934) descobriu que sais do rádio tinham atmosfera radioativa. Esta descoberta levou o casal juntamente com Becquerel (1852-1908) a quem costumeiramente se atribui a descoberta da radioatividade a ganharem o Nobel de física em 1903.

Segundo Afonso (2009, p.1) em 1900, Friedrich Ernest Dorn (1848-1916) verificou radioatividade no elemento Rádio e chamou aquele fenômeno de “emanação do Rádio”.

O mesmo Afonso (2009, p.1) informa que Fritz Geisel (1852-1927) e Debierne²³ em 1903 detectaram emanações em compostos de Actínio contribuindo para compreender a radioatividade.

Em 1901 Rutherford deu um passo decisivo para a descoberta do Rn. Tentou determinar a massa molar do Rn. O valor obtido (entre 40 e 100 g/mol), embora muito impreciso, foi um passo no sentido da descoberta. A **massa molar**, que é idêntica a **massa atômica** nesse caso específico, conforme o quadro acima, é de 222 g/mol. Em ciência é muito importante buscar o aperfeiçoamento (AFONSO, 2009, p. 1).

²³ André-Louis Debierne (1874-1949), químico francês que descobriu o actínio.

A radioatividade permitiu desconfiar da divisibilidade do átomo. Vale lembrar que a palavra átomo deriva da palavra grega ἄτομον que significa “aquilo que não tem partes” ou “aquilo que não pode ser dividido”. Os atomistas gregos como Leucipo²⁴ e Demócrito desenharam a geometria da menor fração da matéria capaz de se deslocar pelo vazio. A indivisibilidade seria pressuposto necessário para existência das coisas tangíveis.

É importante notar que somente a descoberta da radioatividade derrubou a teoria da indivisibilidade do átomo. Tal teoria sobreviveu por cerca de 2.500 anos. A descoberta das emanações do Rn derrubou o último pilar da filosofia grega pré-socrática/socrática antiga.

Segundo Afonso (2009, p.1) a William Ramsay (1852-1916) é atribuída a classificação do Rn entre os gases nobres. A localização na tabela periódica ao lado do Ar, Kr e do Xe se deu em razão da observação de similaridade das linhas espectrais da “emanação do Radio” com os demais elementos já conhecidos.

Ramsay chegou com muita precisão ainda em 1910 a massa molar dessa “emanação” constatando o número de 222,5 g/mol. Ramsay sugeriu diversos nomes para cada uma das “emanações”. Inicialmente essas “emanações” receberam várias denominações entre elas: “extradio”, “exthorio”, “exactínio”, “niton”, e possivelmente outros até compreender que se tratava de um elemento independente próprio. Isso só foi possível quando se descobriu que o Rn é produto de um decaimento. A descoberta desse decaimento levou ao conhecimento dos elementos e seus isótopos formando a família do Urânio. E levou a compreensão que o Pb é o último filho do U.

Em 1923, com base nas propostas de Curt Schmidt (1918) e Elliot Quincy Adams (1920), a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) adotou as seguintes denominações: “emanação do rádio” – radônio (do latim radonium, derivado do rádio, símbolo Rn); “emanação do tório” – torônio (de thoronium, derivado do tório, símbolo Tn); “emanação do actínio” – actinônio (de actinonium, derivado do actínio, símbolo An). Mais tarde, com a estruturação do conceito de isótopo, notou-se que as emanações pertenciam a um mesmo elemento químico. Rn corresponde ao isótopo ²²²Rn (meia vida 3,823 dias), Tn é o isótopo ²²⁰Rn (meia vida 55,6 segundos), e An se trata do isótopo ²¹⁹Rn (meia vida 3,96 segundos). Todos eles desintegram-se emitindo partículas alfa, produzindo isótopos do elemento polônio (Z = 84). O nome do elemento foi fixado como radônio em função do isótopo ²²²Rn ser o de meia-vida mais longa. O termo “emanação” ainda foi bastante usado até a década de 1960 (AFONSO, 2009, p.1).

²⁴Leucipo de Abdera viveu, provavelmente, por volta do século V a.C. Já Demócrito, seu discípulo, viveu, provavelmente entre 460-370 a.C.

O radônio é um elemento químico de número atômico 86 e massa atômica 222. A massa atômica de um elemento químico é a média ponderada de seus isótopos. Seu símbolo na nomenclatura dos elementos químicos é ^{222}Rn .²⁵

O radônio possui 39 isótopos diferentes, mas somente três são encontrados na natureza, cada uma com meias vidas igualmente diferentes. O mais estável dos isótopos do radônio é o 222, pois possui a maior meia vida, que é de 3,82 dias. Este isótopo é encontrado na natureza como traços, decaindo para ^{210}Po .

Os isótopos de um elemento químico, por ter igual quantidade de prótons e de elétrons têm, por sua vez, as mesmas propriedades físico-químicas (ATKINS; JONES, 2006, p. 43).

O radônio é um produto do decaimento direto do ^{226}Ra , que por sua vez é um produto do decaimento direto do ^{238}U . Destaque-se que o isótopo do urânio o ^{238}U tem sua vida média de 4,5 bilhões de anos e é o mais abundante na natureza sendo este de abundância superior a 99% com relação aos demais isótopos.

A massa atômica de um isótopo é a soma do número de prótons com o número de nêutrons. A massa atômica de um elemento é uma média aritmética ponderada das massas atômicas de seus isótopos, levando-se em consideração a sua abundância.

Da emissão α do urânio nasce o radônio. O urânio é elemento radioativo. Por ser radioativo é instável. Por ser instável se transforma em outros elementos como rádio, tório, etc.²⁶

Segundo Russell (2009, p. 1240) se o núcleo é instável, ele se desintegra. Se um núcleo filho é instável, ele também se desintegra. O processo de desintegração continua até que um núcleo estável se forme. Isso é chamado de *série de desintegração radioativa*.

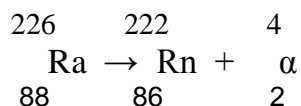
Na série de desintegração radioativa do urânio, por exemplo, ele começa com ^{238}U e termina como ^{206}Pb , ou seja, começa como urânio e termina como chumbo, passando por tório, protactínio, rádio, **radônio**, polônio, bismuto, tálio.

²⁵Os demais isótopos do radônio o ^{220}Rn é chamado de Torônio, enquanto que o ^{218}Rn é denominado de Actinônio.

²⁶Quanto maior a diferença entre o número de nêutrons e prótons mais instável será o núcleo de um átomo. Por ser a massa atômica 222, isso significa que o ^{222}Rn possui em seu núcleo 136 nêutrons e 86 prótons. Por sua vez possui 86 elétrons. Assim o ^{222}Rn é altamente instável, pois a diferença entre nêutrons e prótons é de 2 para 1.

O ^{238}U se transmuta em radônio e outros elementos exatamente pela sua instabilidade. Quase todos os átomos de todos os elementos são indefinidamente estáveis, mas não é o caso do radônio. O decaimento do radônio se dá de forma espontânea, ou seja, natural. O decaimento do rádio para o radônio é uma reação nuclear e pode ser descrita da seguinte forma²⁷:

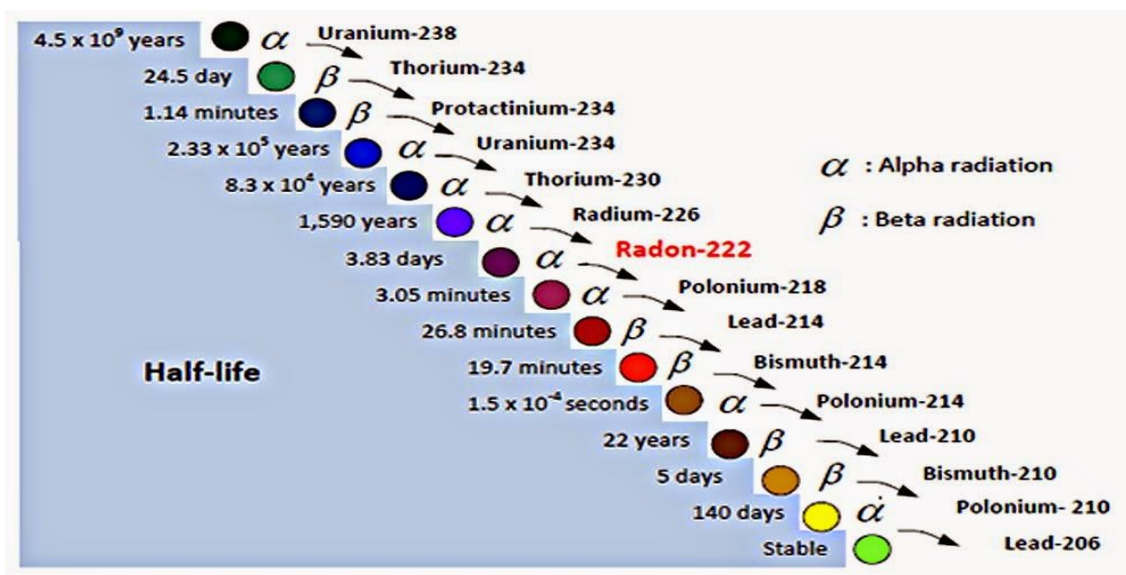
Quadro 5 - Equação do decaimento



Fonte: (Baird; Cann, 2011, p. 390)

Na figura abaixo a sequência do decaimento da cadeia da série de desintegração radioativa.

Figura 1 - Sequência do decaimento radioativo



Fonte: http://eterentreelos.blogspot.com.br/2015_03_19_archive.html

Segundo a EPA o radônio está distribuído de forma heterogênea por toda a superfície terrestre sendo encontrado, não obstante, em todos os tipos de rocha e solos e em toda a água em concentração que varia de maior até níveis desprezíveis.

²⁷ A emissão alfa corresponde a produção de um núcleo de átomo de Hélio. Nesse caso quase todo o Hélio terrestre é formado pelo decaimento radioativo (emissão alfa). O isótopo ^4He é o mais abundante na Terra sendo 99,999863% de todo Hélio. O Hélio do universo pode ter sido formado a partir da fusão nuclear de átomos de Hidrogênio ou nos primórdios da formação do universo conhecido. Além de ser o 2º elemento mais abundante do universo pode estar aumentando o seu volume se a sua formação estiver associada à fusão.

Radon-222 is the decay product of radium-226. Radon-222 and its parent, radium-226, are part of the long decay chain for uranium-238. Since uranium is essentially ubiquitous (being or seeming to be everywhere at the same time) in the earth's crust, radium-226 and radon-222 are present in almost all rock and all soil and water.²⁸

A EPA classifica o Radônio, citando o Dicionário Condensado de Química,²⁹ como:

a Radon is a gaseous radioactive element having the symbol Rn, the atomic number 86, an atomic weight of 222, a melting point of -71°C, a boiling point of -62°C, and (depending on the source, there are between 20 and 25 isotopes of radon - 20 cited in the chemical summary, 25 listed in the table of isotopes); it is an extremely toxic, colorless gas; it can be condensed to a transparent liquid and to an opaque, glowing solid; it is derived from the radioactive decay of radium and is used in cancer treatment, as a tracer in leak detection, and in radiography. (From the word radium, the substance from which it is derived.)³⁰ (EPA – Frequent questions).

Então, o que interessa aqui nesta pesquisa científica é o isótopo ²²²Rn em razão da sua longa meia vida de 3,82 dias. Desprezam-se aqui os demais isótopos de radônio que possuem, por sua vez, insignificante duração (meia vida). Este isótopo representa o objeto deste estudo.

Kotz, Treichel e Weaver (2008, p.504) afirmam que significantes e distribuídas quantidades de ²³⁸U são encontradas³¹ naturalmente em toda a superfície terrestre (solos e rochas) onde o Rn é continuamente formado. Por ser inerte o ²²²Rn, não é capturado nos processos químicos que ocorrem no solo e nas águas. Devido ao fato do radônio ser mais denso que o ar atmosférico ele se deposita nas partes mais baixas das residências, especialmente naquelas casas que possuem porões com baixa ou nenhuma aeração.

Segundo Manahan (2013, p. 330), o radônio é uma das mais importantes fontes de radionuclídeos da atmosfera. Seus principais isótopos são o ²²²Rn (meia-vida de 3,8 dias) e o ²²⁰Rn (meia-vida de 54,5 s). Ambos emitem partículas alfas e

²⁸O radônio-222 é o produto do decaimento do rádio-226. O radônio-222 e seu pai, rádio-226, são parte da longa cadeia de decaimento do urânio-238. O urânio é essencialmente onipresente (é ou parecer estar em todos os lugares ao mesmo tempo) na crosta terrestre, assim como o rádio-226 e radônio-222 estão presentes em quase todas as rochas e todo o solo e na água. Tradução nossa.

²⁹Condensed Chemical Dictionary, and Handbook of Chemistry and Physics. 69^a ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 1988.

³⁰O radônio é um elemento radioativo gasosa tendo o símbolo Rn, número atômico 86, peso atômico de 222, ponto de fusão de -71°C, ponto de ebulição de -62°C, e (dependendo da fonte, há entre 20 e 25 isótopos do radônio - 20 citadas no resumo químico, 25 listados na tabela de isótopos); é um gás extremamente tóxico, incolor; ele pode ser condensado de líquido transparente e opaco até a incandescência sólida; ele é derivado a partir do decaimento radioativo do rádio e é utilizado no tratamento do câncer, como um marcador na detecção de fugas, e em radiografia. (Da palavra radium, a substância a partir da qual é derivada.). Tradução do autor.

³¹ Este isótopo representa 99,275% de todo o urânio. (KOTZ;TREICHEL; WEAVER, 2008, p. 504)

terminam no Pb. Segundo Manahan (2013) o ^{210}Po e o ^{210}Po , que não são gasosos e são os produtos iniciais do decaimento, se aderem facilmente a outros particulados atmosféricos. O polônio é altamente letal. Sua ingestão é implacável.

Spiro e Stigliani (2011, p. 35) esclarecem que a emissão α geralmente deixa o isótopo resultante instável por si só se comparado com a emissão β ou até mesmo com outra emissão α .

Spiro e Stigliani (2011, p.36) afirmam que o ^{222}Rn descende direto do ^{238}U e não forma ligação química. Com isso ficam livres para escapar do local onde se formam. Pode-se dizer que o ^{222}Rn se desloca em razão de não formar ligações químicas e por isso penetram, pelo tempo de sua meia-vida (3,82 dias), por diversas estruturas e se acumulam neste interregno.

Spiro e Stigliani (2011, p.36) traz um relato de um trabalhador de uma usina nuclear na Pensilvânia, E.U.A., que em 1984, fez disparar um alarme de monitoramento de radioatividade ao chegar para trabalhar, quando os equipamentos de proteção e segurança identificaram grande quantidade de radioatividade em suas roupas. Em investigação da empresa descobriu-se que a radioatividade presente nas roupas do operário era oriunda de sua própria casa onde se registrou alta concentração de radônio.

Para Spiro e Stigliani (201, p.36). Altas concentrações de radônio são facilmente encontradas em imóveis cuja rocha é rica em urânio e onde o solo é arenoso. A permeabilidade do solo é fator considerado na penetração do radônio. Outros fatores são importantes como: quando a fundação do edifício é porosa e quando a pressão atmosférica *indoor* é menor que a pressão atmosférica no solo.

A diferença de pressão entre a casa/edifício e o solo, facilitada pela porosidade, também influenciada pela temperatura interna, externa, velocidade do vento, entre diversas outras variáveis, etc, torna-se uma variável primordial (SPIRO; STIGLIANI, 2011, p. 36). O método de correção passa necessariamente pelo controle de pressão atmosférica onde a pressão *indoor* deve ser igual ou maior que a pressão do solo. Para Spiro e Stigliani (2011, p. 36) é incontroverso que os métodos de detecção são baratos, eficientes e se conhece bem a técnica de exaustão onde, através de dutos, se canaliza o radônio para fora a partir de dispositivos como de ventilação mecânica ou simplesmente de despressurização.

A concentração excessiva deste gás pode provocar danos à saúde. Segundo Spiro e Stigliani (2011, p.37) algumas moléculas biológicas são mais susceptíveis que outras com relação ao efeito da radiação. Neste caso os ácidos nucleicos são especialmente vulneráveis. “Uma única ionização no núcleo da célula pode provocar um erro nas instruções genéticas para a combinação dos componentes proteicos da célula” (SPIRO; STIGLIANI, 2011, p.37). Isso se aplica a qualquer célula. Quanto a células reprodutivas, comprovadamente, danos a seu núcleo, pode levar a transmissão de distúrbios hereditários a outras gerações.³²

A radiação ionizante, ainda segundo Spiro e Stigliani (2011, p.37) causa um dano maior quando se trata das células que se dividem mais rapidamente, a exemplo dos glóbulos brancos, plaquetas, revestimento intestinal. Na tabela abaixo o impacto das partículas no organismo.

Quadro 6 - Impacto das partículas no organismo

Tipo de radiação	Alcance em tecido biológico (*)	Relativa eficácia biológica (**)
Alfa	0,05 cm	10-20
Beta	3 cm	1
Gama	~20 cm	1

(*) Para uma partícula de 6 MeV. (**) Refere-se ao fato de que o dano à célula aumenta à medida que os pontos danificados aumentam.

Fonte: SPIRO e STIGLIANI (2011, p. 37).

Spiro e Stigliani (2011, p.37) referem-se ainda ao fato de que o potencial danoso do isótopo radioativo depende de sua localização em relação ao organismo. Se dentro ou fora. A localização do radônio é externa. No caso do radônio seu movimento é de fora para dentro apesar de ser inalado e expirado juntamente com a massa de ar. Na água ou num tecido biológico a distância percorrida é de 0,05mm, ou seja, menor que a mais externa camada de pele, que é a camada de pele morta. Esta camada serve de capa protetora (SPIRO; STIGLIANI, 2011, p.37). O grande problema reside quando uma partícula é aspirada. Segundo Spiro e Stigliani (2011, p.37) o radônio é mais nocivo que o urânio, pois os isótopos filhos deste elemento

³²Segundo Teixeira e Valle, (orgs., 2010) em sua interação com a matéria, as radiações (α , β ou γ) podem provocar: **Ionização**: quando a energia da radiação é superior à energia de ligação de um elétron orbital, arrancando-o. **Excitação**: quando a energia de radiação é inferior à energia de ligação de um elétron orbital. Neste caso, pela absorção de energia da radiação incidente, este elétron é levado para uma órbita mais externa, deixando o átomo instável.

são muito mais nocivos que o urânio em si. Em minas de urânio o maior problema para os mineiros seriam os filhos do urânio e os filhos do isótopo ^{222}Rn .

Spiro e Stigliani (2011, p. 37) esclarecem que em algumas residências americanas o nível mais alto de radônio é equiparável ao mais baixo nas minas de urânio. “Esse é o cerne da preocupação sobre o potencial cancerígeno do radônio nas residências”. Esclarecem os referidos autores Spiro e Stigliani (2011, p.38) que há certo ceticismo com o radônio em razão da ainda inexistência de dados epidemiológicos precisos. Na tabela a seguir a exposição humana a diversas fontes radioativas e especialmente a destacada exposição ao radônio:

Quadro 7 - Fontes radioativas

Fontes de radiação	Dose(mrem)	% da dose total
Natural		
Radônio	200	55
Raios cósmicos	27	8
Terrestre (Exceto radônio)	28	8
Dentro do corpo (radioisótopos que ocorrem naturalmente nos alimentos e na água)	39	11
Total natural	294	82
Artificial		
Médica		
Raios X	39	11
Medicina nuclear	14	4
Produtos de consumo (materiais de construção, água)	10	3
Outras		
Ocupacionais (mineradores subterrâneos, técnicos de raios X, operários de usinas nucleares)	< 1	< 0,03
Ciclo do combustível nuclear	<1	< 0,03
Partículas radioativas liberadas em testes de armas nucleares	<1	< 0,03
Miscelânea	<1	< 0,03
Total artificial	64	18
Total natural mais artificial	358	100

Fonte: National Council on Radiation and Measurement (1990). (Washington, DC: National Academy Press).

Spiro e Stigliani (2011, p. 38) considerando estes dados acima explicam que se trata de dados médios tomando a população que vive ao nível do mar como um

todo. Considerando que a radiação cósmica dobra a cada 2000m de altitude e cada pessoa é afetada de forma diferente segundo seus hábitos e o curso da vida os dados da tabela acima devem ser interpretados cautelosamente, no entanto, seja pacífico o percentual de exposição ao radônio.

2.2.1 A geodisponibilidade natural e o movimento para a superfície

Miller Jr (2007, p.409) afirma que a maioria das rochas e solos possuem pequenas quantidades de ^{238}U . Segundo este autor este isótopo é encontrado de forma concentrada, especialmente, em jazidas de urânio, fosfato, granito e xisto. O radônio decai muito rapidamente em partículas sólidas. Buffon (2002, pp. 21-22) descreve a trajetória do radônio da rocha à superfície. A seguir, a passagem:

O gás radônio migra para a superfície por meio de fraturas, ou pelos interstícios dos grãos que compõem o solo, ou a rocha. Fica, assim, concentrada em *trap* (armadilhas), que podem ser naturais, como cavernas e fendas e ou artificiais como túneis (Liendo *et al.* 1997), subsolos de prédios, de residências, de fossas, de tubulação e de caixas subterrâneas; ou seja, o radônio pode encontrar-se em qualquer ambiente fechado próximo à superfície, inclusive residências fechadas e sítios arqueológicos.

O radônio é amplamente encontrado na crosta terrestre (solos e rochas). A sua relação com a concentração em ambientes fechados depende, dentre outras coisas, da sua concentração, do tipo de rocha, dos depósitos nas rochas, da granulidade do solo e das rochas, etc. Buffon (2002, p. 58) afirma que está no substrato rochoso os radioelementos que migram para o solo e que transmigram para os imóveis. Segundo Buffon (2002, p.58) em determinadas rochas, especialmente nas rochas graníticas, gnáissicas e alcalinas são encontrados os valores mais altos. Já nas rochas básicas, ultramáficas e carbonáticas são encontradas menores quantidades de radioelementos.

Buffon (2002, p. 58) esclarece que o fenômeno do intemperismo age fortemente sobre os minerais que contém os radioelementos. Os radioelementos são facilmente retidos ou absorvidos pelos óxidos e/ou hidróxidos de Fe e Ti ou em colóides argilosos. Os radioelementos ainda podem se acumular em depósitos de minerais pesados tais como: ilmenita (titanato de ferro); o rutilo (dióxido de titânio); a zirconita (silicato de zircônio) e a monazita (fosfato de terras-raras, contendo urânio e tório), a poucos metros de profundidade da superfície, muito encontrados do norte

do RJ até o sul da BA. Tais minerais têm uso, especialmente na construção de pisos cerâmicos, louças sanitárias, pigmento de tintas, pisos, tijolos refratários, etc.³³

Lara (2013, p.34) aponta que de um modo em geral as rochas, solos, sedimentos, minérios, contém, normalmente, alguma quantidade de radionuclídeos. Por conseguinte, os lugares construídos com estes materiais e sobre estes depósitos, serão afetados pela sua movimentação e acúmulos. A mesma autora ainda sustenta que

Se o átomo de rádio estiver localizado em uma região muito interna na estrutura mineral, dificilmente o radônio é liberado para o espaço dos poros, mesmo que a direção assumida pelo átomo seja no sentido da superfície do grão. Tal fato é explicado em razão da autoabsorção. Por outro lado, se o radônio gerado estiver localizado próximo à superfície e se sua direção for neste sentido, ele poderá se libertar e se difundir para o espaço de poro entre os grãos, ou para planos de fraturas nas rochas. Segundo Tanner (1978), para a maioria dos solos, cerca de 10 a 50% do radônio produzido consegue se libertar do grão mineral em que se encontra e entrar nos poros. LARA (2013, p. 35)

Lara (2013, p.35) entende que a exalação, que é contínua, sofre interferência das condições meteorológicas (pressão barométrica, ventos, temperatura e umidade) interferem na concentração.

Embora, genericamente, se possa encontrar emanação em rochas, solos, alguns são mais propensos. Gundersen (apud Lara, 2013, p. 40):

associou os elevados valores de concentração de radônio em residências da região dos Apalaches, nos Estados Unidos, às zonas de cisalhamento em rochas metamórficas e ígneas. Segundo a autora, nestas áreas comunicantes entre as rochas ocorre um aumento da permeabilidade facilitando assim a exalação do radônio. Também associado a este processo, destaca-se a oxidação do ferro que, em função do intemperismo, apresenta-se com uma coloração característica nestas regiões. Os óxidos de ferro removem o urânio e rádio disponíveis através do intemperismo, aumentando a emanação de radônio das rochas e solos.

Lara (2013, p.45) indica que rochas ricas em Ra são também ricas de Rn. O intemperismo químico, físico e biológico liberam esses elementos para o solo e, por consequência, para o exterior. A mesma autora destaca que algumas rochas são mais inclinadas a possuir radônio. Nesta passagem de sua dissertação destaca o lastro teórico que associa fraca e fortemente o radônio a determinadas rochas.

A literatura aponta algumas associações entre tipos de rochas e solos comparando-os a valores médios de concentração de urânio e rádio,

³³INB. Indústrias Nucleares do Brasil. Disponível em: < http://www.inb.gov.br/pt-br/WebForms/Interna2.aspx?secao_id=106>. Acesso em 31 dez 2016.

precursores do radônio. De modo geral, rochas carbonáticas, particularmente calcários e dolomito, apresentam baixas concentrações de urânio, embora algumas destas rochas associadas à fluorita ou algum tipo de matéria orgânica podem apresentar altas concentrações, da ordem de 10,0 µg.g-1 de urânio (HENRY, 1993). Por outro lado, alguns granitos, gnaisses, rochas fosfáticas e xistos ricos em materiais orgânicos são considerados ricos em urânio, bem como alguns calcários, rochas sedimentares e arenitos permeáveis (APPLETON; GUNDERSEN apud LARA, 2013, p. 45).

Lara (2013, p. 45) é taxativa ao afirmar que as rochas graníticas, metamórficas, folhetos negros, rochas fosfáticas e até rochas carbonáticas são constatatadamente rochas que concentram urânio e por, à vista disso, radônio. A literatura é pacífica no entorno desta questão.³⁴

Nesta perspectiva o primeiro passo para identificação dos males do radônio para a saúde humana é buscar as suas origens no solo e na rocha. A causa primeira é a quantidade deste elemento no substrato rochoso e pedológico³⁵. Farta literatura associa o radônio a determinadas rochas e tipos de solos. Cumpre antes de qualquer passo na pretensão de uma construção civil imobiliária, realizar estudo de solo não só no plano da resistência física para suporte da estrutura, mas no campo ambiental onde se resguarde a salubridade.

Monografia da International Agency for Research on Cancer (IARC) nos dá conta da onipresença do antecessor do radônio e sua emanação.

Radium-226 in the earth's crust is the main source of radon-222 in the global environment. Radon is ubiquitous throughout the geosphere, biosphere and atmosphere, since radium-226 is present everywhere and the gaseous radionuclide is highly mobile. Radium-226 concentrations in soils range over several orders of magnitude but are generally between 10 and 50 Bq/ kg, with an estimated average concentration of 25 Bq/ kg (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1982; McLaughlin, 1986) (IARC, 1988, p.177).

³⁴Na Alemanha, Kemski et al. (2001) afirmam que valores acima de 100 kBq.m-3 são comuns em solos cujas rochas subjacentes são graníticas ou rochas vulcânicas enriquecidas em sílica. Os autores também afirmam que algumas rochas sedimentares como xistos negros de idade Paleozóica e arenitos também apresentaram altas concentrações de radônio. No entanto, solos originados de granitos jovens com veios de quartzo apresentaram os valores máximos de concentração, chegando até 4,0 MBq.m-3. Já as rochas do Cambriano e Ordoviciano compostas por sequências de argila rochas de xisto, quartzitos e calcários, apresentaram concentrações significativamente mais baixas. Na Coréia, o radônio nos gases do solo é fortemente associado com gnaisses graníticos e gnaisses bandados. Baixas concentrações geralmente ocorrem em solos xistosos, calcários e filitos xistosos. Semelhantemente, solos desenvolvidos a partir de gnaisses graníticos apresentaram maiores concentrações de radônio em seus gases, conforme descrito por Adepelumi et al. (2005). (LARA, 2013, p. 46).

³⁵Não foi objeto neste estudo a exploração do substrato rochoso e pedológico do Recôncavo nem especialmente dos sítios onde estão localizados os edifícios onde foram realizados os levantamentos experimentais.

Na mesma monografia a IARC (1988, p. 181) apresenta uma importante tabela que há que ser discutida.

Quadro 8 - Radônio e origem solo/rocha

Potential	Radon in soil gas (Bq/ m ³)	Geological characteristics
High	> 50.000	High radium-226 in soil (>125 Bq/ kg); uranium-rich alum shales, granites, pegmatites, uranium mineralization; eskers and porous soils
Normal	10.000-50.000	Normal radium-226 in soils (35-125 Bq/ kg); gneisses, volcanics, til and sand.
Low	< 10.000	Low radium-226 in soil (<35 Bq/ kg); fine sand, silt, moist clay; soils impermeable to movement of soil gas

Fonte: IARC (1988, p. 181)

A própria Agência reconhece que estes valores para concentração no solo são absolutamente normais³⁶. Não devem ser considerados preocupantes e objeto de intervenção governamental tão somente porque seus níveis são muito acima daqueles que são considerados para o ambiente doméstico.

2.2.2 O urânio na Bahia e no Recôncavo

Dada a relação entre radônio e urânio é imprescindível saber onde estão localizadas as reservas naturais deste último elemento. Como o radônio é um produto do decaimento do urânio a sua localização tornará mais acessível o conhecimento sobre áreas propícias. O ²²²Rn é um produto do decaimento do ²³⁸U, que é o isótopo mais abundante da natureza, responsável por quase todo o urânio da Terra. Pinto (2010, p. 319) nos apresenta a conexão entre os dois isótopos.

O ²²²Rn é um isótopo da cadeia de decaimento do isótopo ²³⁸U do urânio, o qual constitui mais de 99% do urânio geralmente presente nas rochas e solos. Quanto maior a concentração deste isótopo, maior o potencial de produção de gás radão do substrato geológico, razão pela qual se definem

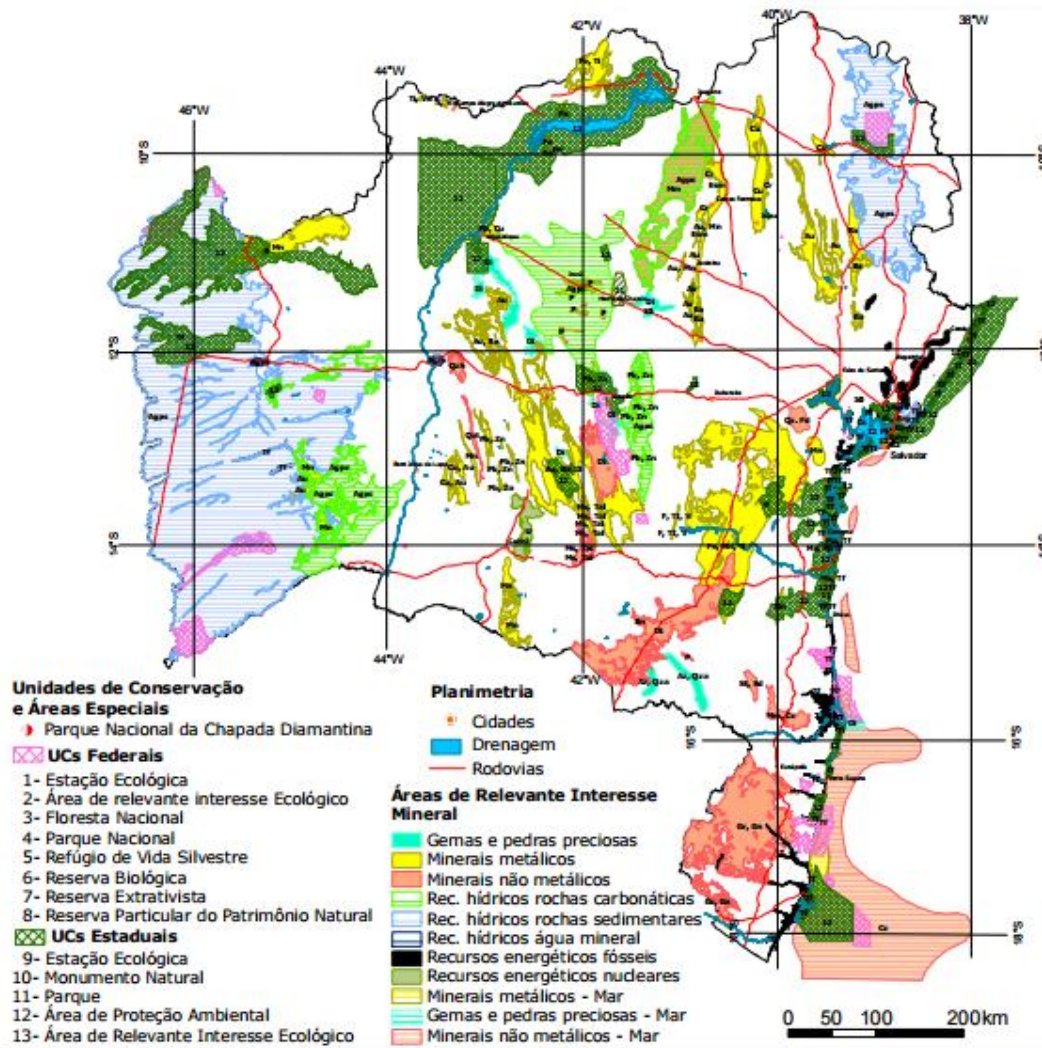
³⁶Radon has been measured in gas in 'normal' soils throughout the world by various investigators at concentrations of about 7000-220000 Bq/ m³ (Sextro et al., 1987). Since radon levels within most structures range from about 10 to 150 Bq/ m³, it is evident that, if only a sman percentage of the air inside a building comes from the soil gas underneath it, the amount of radon in the building could be significant (IARC, 1988).

as zonas graníticas, constituídas maioritariamente por rochas que apresentam teores claramente superiores à média crustal, como aquelas em que a sua pesquisa se torna obrigatória à luz da legislação.

O mapa³⁷, abaixo, da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) identifica as áreas de Relevante Interesse Mineral. Dentre estas áreas se encontra a dos Recursos Energéticos Nucleares. A localização dos municípios *loci* de estudos permite ver que estes não estão sediados sobre uma zona potencialmente rica em urânio. Neste sentido é de se acreditar, embora não se tenha aprofundado, que o Recôncavo não é uma zona uranífera, embora o urânio esteja em toda a natureza desde a formação do planeta. As zonas uraníferas são, por consequência, também zonas de emanção de radônio. Neste sentido a zona sobre a qual estão localizados os edifícios da FAMAM está fora de Zona Uranífera, mas não está fora da ação do radônio, haja vista o mesmo se encontrar em maior ou menor escala em todo o globo, ao menos.

Mapa 1 – Mapa de interesse mineral, unidades de conservação e áreas especiais

³⁷http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_bahia.pdf



Fonte: CPRM.

A única zona uranífera na Bahia, onde está uma das grandes jazidas, está no município de Caetité, que dista de Governador Mangabeira, por via rodoviária, 515 Km e 400 km em linha reta (GOOGLE EARTH, 2017). Pelo que se infere do mapa os municípios da pesquisa não estão localizados em zona de interesse para fins de exploração de recursos minerais tanto metálicos quanto não metálicos, nem mesmo de recursos energéticos fósseis ou nucleares.

2.3 O RECÔNCAVO - CARACTERÍSTICAS GEOCLIMÁTICAS

Para alargamento da cognição acerca do objeto de estudo aqui proposto torna-se relevante a descrição das características geoclimáticas do recôncavo baiano onde estão sediados os municípios, em cujos territórios, se localizam os

imóveis onde foram realizadas as medições, na etapa experimental, adiante pormenorizada. Diga-se que o clima é uma variável que influencia na relação entre radônio e saúde. Nos municípios de Cruz das Almas e Governador Mangabeira as temperaturas externas se mantiveram da seguinte forma:

Quadro 9 - Época da pesquisa: mês, temperatura, estação climática

Mês	Temperatura	Estação
Novembro ³⁸ /2016	22 - 30 °C	Primavera
Dezembro ³⁹ /2016	23 - 31° C	Primavera/Verão
Janeiro ⁴⁰ /2017	23 - 31° C	Verão
Fevereiro ⁴¹ /2017	23 - 31° C	Verão

Fonte: (<http://www.accuweather.com>)

Os municípios de Cruz das Almas e Governador Mangabeira estão localizados na zona de Clima Tropical Nordeste Oriental, com temperaturas sempre acima de 18° em todos os meses, super úmido, quente, sem seca. (IBGE, 2002)⁴². Os índices pluviométricos destas cidades são em milímetros⁴³:

Cruz das Almas:

Quadro 10 - Precipitação em Cruz das Almas

Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
85mm	84mm	81mm	80mm

Fonte: <https://pt.climate-data.org/location/43358/>

Governador Mangabeira:

³⁸ <http://www.accuweather.com/pt/br/cruz-das-almas/42611/month/42611?monyr=11/01/2016> e <http://www.accuweather.com/pt/br/governador-mangabeira/2304131/month/2304131?monyr=11/01/2016>

³⁹ <http://www.accuweather.com/pt/br/cruz-das-almas/42611/month/42611?monyr=12/01/2016> e <http://www.accuweather.com/pt/br/governador-mangabeira/2304131/month/2304131?monyr=12/01/2016>

⁴⁰ <http://www.accuweather.com/pt/br/cruz-das-almas/42611/month/42611?monyr=1/01/2017> e <http://www.accuweather.com/pt/br/governador-mangabeira/2304131/month/2304131?monyr=1/01/2017>

⁴¹ <http://www.accuweather.com/pt/br/cruz-das-almas/42611/month/42611?monyr=2/01/2017> e <http://www.accuweather.com/pt/br/governador-mangabeira/2304131/month/2304131?monyr=2/01/2017>

⁴² IBGE. ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf

⁴³ Média histórica.

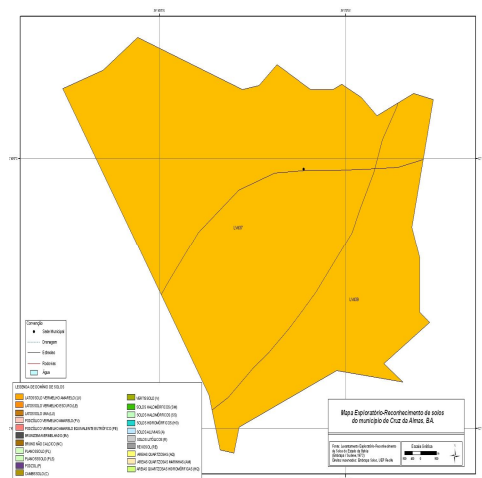
Quadro 11 - Precipitação em Governador Mangabeira

Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
98mm	98mm	77mm	76mm

Fonte: <https://pt.climate-data.org/location/43359/>

O solo de Cruz das Almas é o latossolo vermelho-amarelo distrocoeso, que é desenvolvido por materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da formação Barreiras na região litorânea do Brasil. É bastante permeável, adensado (EMBRAPA SOLOS, 1973). São muito profundos e ricos em óxido de ferro e alumínio (BRAGA et al. 2014, p. 136). O latossolo recobre 50% do território brasileiro (OLIVEIRA, 2005, p. 530).

Mapa 2 - Mapa Exploratório Reconhecimento de solos do município de Cruz das Almas.



Fonte: Embrapa Solos

Foto 1 - Latossolo Vermelho-Amarelo



Fonte: Agência Embrapa de Informação Tecnológica

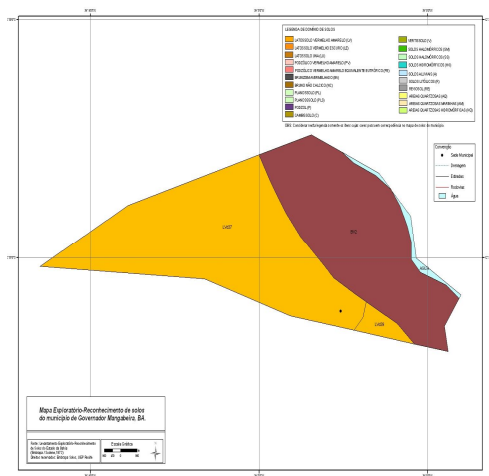
O solo de Governador Mangabeira, embora contíguos sejam os municípios, é ligeiramente diferente.⁴⁴ Neste município ocorrem solos de dois tipos: Latossolo vermelho-amarelo e Brunizem avermelhado ou Chernossolo⁴⁵. Este último se caracteriza por sua origem em rochas ricas em cálcio e magnésio, argiloso, rico em matéria orgânica, coberturas detríticas indiferenciadas: areia com níveis de argila e

⁴⁴<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ba>

⁴⁵Chernossolo é o atual nome que se dá ao Brunizem.

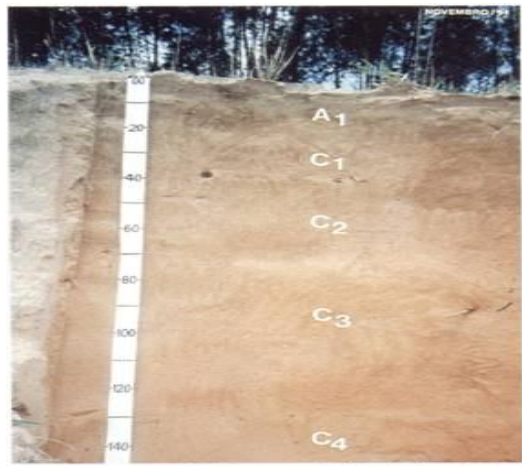
cascalho (EMBRAPA SOLOS, 1973). São pouco profundos (aproximadamente 1m) e ricos em cálcio (BRAGA et al. 2014, p. 136).

Mapa 3 - Mapa Exploratório- Reconhecimento de solos do município de Governador Mangabeira/BA.



Fonte: Agência Embrapa de Informação Tecnológica

Foto 2 - Chernossolo



Fonte: Embrapa Solos

Ambos os municípios se caracterizam como “Áreas favoráveis à exploração de areias e cascalhos de diversas aplicações na construção civil e na indústria cerâmica. Apresentam potencial para mineralização do tipo "placer" em terrenos próximos às áreas - fonte mineralizadas.” (CPRM)⁴⁶

Segundo a (CPRM) em ambos os municípios os solos se caracterizam pelo

Aspecto estrutural anisotrópico estratificado: camadas de argila, areia e cascalho intercaladas; Sedimentos quartzo-arenosos e síltico argilosos, que se alteram liberando poucos nutrientes e muito alumínio; Compactam-se, impermeabilizam-se e sofrem alta erosão hídrica laminar se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados ou pisoteados por gado; Podem conter argilominerais expansivos, bastante erosivos se desprovidos de cobertura vegetal e submetidos à alternância dos climas úmido e seco; Onde ocorrem os sedimentos à base de quartzo, estes alteram-se para solos arenosos bastante erosivos; Relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas; Coberturas areno-conglomeráticas e/ou síltico argilosas associadas a superfícies de aplainamento.

No recôncavo baiano encontram-se solos argilosos divididos em caulinita e esmectita.

A caulinita não absorve água. Tem, portanto, baixo índice de plasticidade. Tais solos tendem a desabamento. São colapsíveis.

⁴⁶http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_bahia.pdf

A esmectita é bastante expansível e não tende a desabamentos. Sua expansão se dá em razão da absorção de água entre os cristais. Pode também contrair. Essa plasticidade confere ao solo grande desafio para a construção civil (PEREIRA, 2004, p.11), pois os imóveis mal construídos tendem a apresentar rachaduras no solo e nas paredes. Tais rachaduras permitem a passagem do gás radônio.

Os solos por sua vez são compostos por: 45% de elementos minerais; 25% de ar; 25% de água e 5% de matéria orgânica (BRAGA et al. 2014, p. 126). Dentre os 25% de ar está, em maior ou menor escala, o radônio. O estudo da granulometria dos solos vai identificar não só suas propriedades, mas também a drenabilidade, porosidade, aeração. Tais fatores são importantes no movimento que o radônio faz da rocha para a superfície.

O mesmo Braga et al. (2014, p. 161) considera como causa de poluição do solo os depósitos naturais de materiais radioativos. Não há dados governamentais tampouco acadêmicos que se refiram a esta região do Recôncavo como uranífera, nem mesmo que se refiram como plumbífera.⁴⁷

O chumbo encontrado nesta região é de origem antrópica (ANJOS, 2002).⁴⁸ O chumbo, enquanto sucessor, é um elemento de relativa ligação entre o urânio e o radônio, pois apenas indica que aquela jazida foi de urânio apenas há 4,5 bilhões de anos.

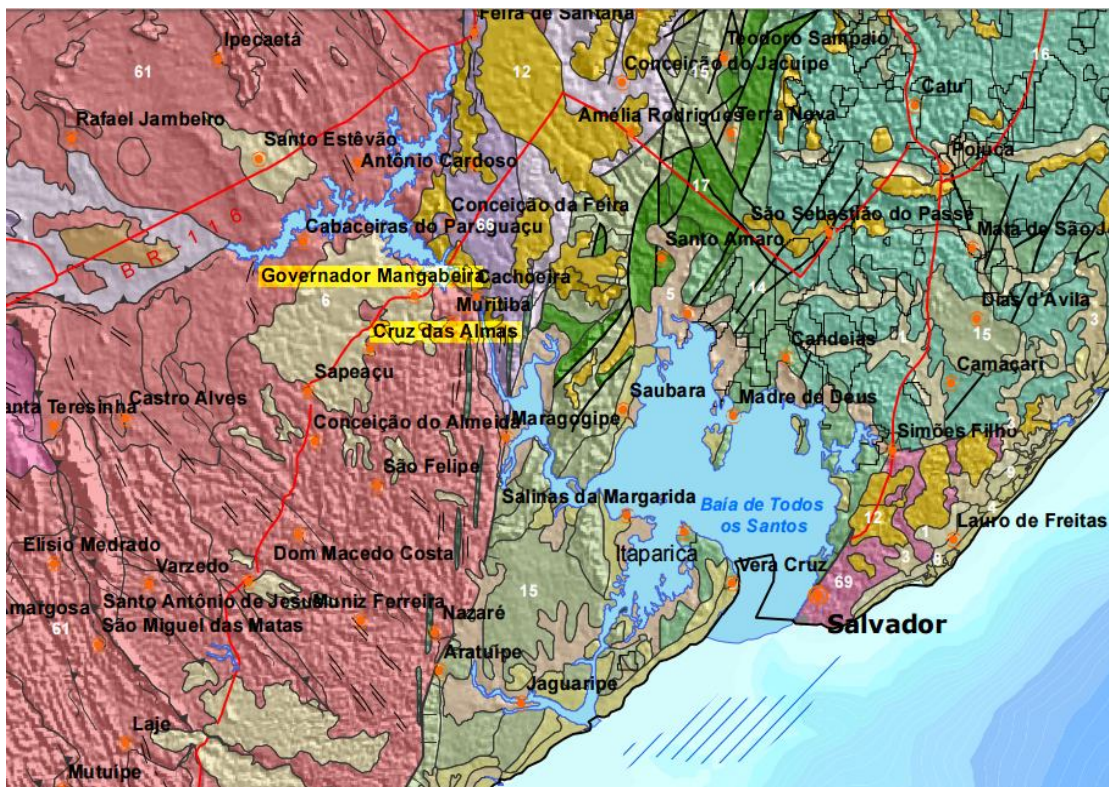
Tão importante quanto o solo é a rocha sobre a qual o imóvel está localizado. O solo é o resultado do intemperismo sobre a rocha. As reservas naturais dos elementos predecessores do radônio se encontram especialmente no substrato rochoso. Fendas nas rochas permitem a passagem do radônio para a superfície por meio do solo, e, quando poroso facilita o transporte para o assoalho do imóvel.

⁴⁷É necessário fazer a distinção entre poluição e contaminação. Embora muitas vezes uma seja sinônimo da outra, muitos autores preferem diferenciá-los. Neste caso o chumbo por não ser um elemento essencial à saúde, quaisquer valores que alterem as referências deste elemento para aquele tipo de solo naquela região, poder-se-ia considerá-lo contaminado. No caso do radônio aplica-se o mesmo raciocínio. Por não se tratar de um elemento vital, quaisquer valores até o limite aceitável pode denominar o ambiente de poluído. Acima deste, contaminado.

⁴⁸O chumbo do Recôncavo (Santo Amaro da Purificação/BA) não era extraído da Região, mas sim trazido de Boquira (BA) para a Região pela *Société minière et métallurgique de Peñarroya*, que instalou a COBRAC (Companhia Brasileira de Chumbo) em 1960, posteriormente denominada Plumbum Mineração e Metalurgia. As sobras deste metal (escória) contaminaram águas, imóveis e pessoas. Além do chumbo outros metais pesados como cádmio também é de origem antrópica e foram trazidos na mesma leva. Foram produzidas cerca de 900 mil toneladas de ligas de chumbo e 500 mil toneladas de escória com 3% de chumbo e 21% de cádmio. Fonte: <[www.jangello.unifacs.br/stoamaro/poluicao_stoamaro.htm](http://jangello.unifacs.br/stoamaro/poluicao_stoamaro.htm)>. Acesso em 06 abr. 2017.

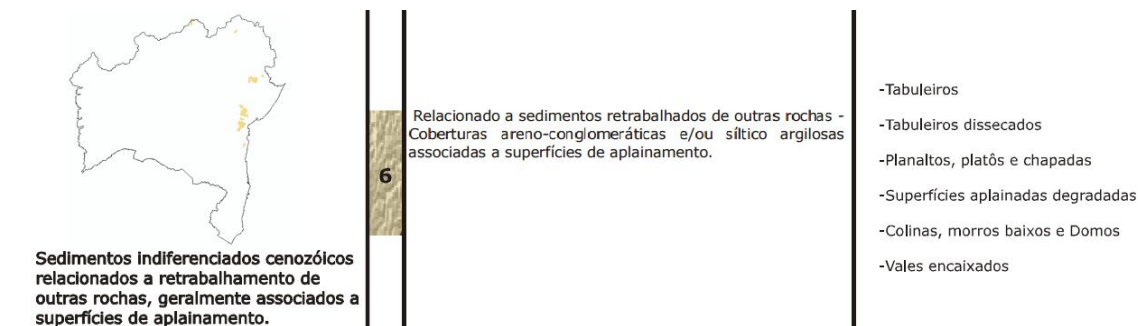
Sendo este assoalho igualmente poroso as condições para penetração do gás para o interior se dá num movimento natural. Abaixo recortes do mapa da geodiversidade do Estado da Bahia localizando o Recôncavo baiano nos tabuleiros costeiros.

Mapa 4 – Mapa da geodiversidade do Estado da Bahia



Fonte: CPRM.

Mapa 5 – Perfil geológico do Recôncavo



Fonte: CPRM

Por estes mapas acima se percebe o Recôncavo inserido numa zona bastante diversificada sob o ponto de vista topográfico, entretanto os municípios, sob estudo, estejam em área de tabuleiros dissecados.

No que diz respeito à proximidade com o oceano os municípios distam aproximadamente 40 km em linha reta (GOOGLE MAPS, 2017). A literatura refere-se a localidades litorâneas como menos propensas a radônio.

No tocante à altitude os municípios de Cruz das Almas e Governador Mangabeira ambos estão em zonas de baixa altitude no chamado planalto pré-litorâneo.⁴⁹

2.4 O RADÔNIO NOS MINERAIS ORNAMENTAIS E NO CIMENTO

Embora, diga-se, sem demora, que os minerais ornamentais utilizados nas dependências de salas e laboratórios, locais do estudo experimental, se limitam tão somente a soleiras e bancadas (pequenas peças de granito, que é uma rocha) que é, possivelmente, formada dos minerais como mica, quartzo, feldspato, etc. Não se observou nenhum outro mineral ornamental. Os minerais ornamentais representam desprezível área nos locais onde a etapa experimental se deu.

Não obstante os minerais, nos locais onde se desenvolveu a etapa experimental, representarem baixíssima fração da área dos locais de pesquisa, sensato é dedicar algumas linhas à influência que os minerais ornamentais exercem apenas para percibir melhor o tema.

Explorando o tema, Amaral (2011, p.130), dissertando sobre o papel dos minerais ornamentais na concentração de radônio nos imóveis, concluiu que:

A quantificação do radônio exalado, assim como a radioatividade presente nas rochas, se tornam importantes tendo-se em vista a crescente utilização de rochas como materiais de ornamentação e para revestimentos quer ao nível nacional quer internacional, devendo ser normatizados e exigidos como já ocorre para outros ensaios empregados na caracterização de rochas ornamentais, na medida em que os trabalhos sobre esse tema forem avançando, pois são dados que devem ser levados em consideração nos projetos arquitetônicos para evitar exposições desnecessárias.

Na mesma opinião destaca Azevedo (2013, p. 145), embora ressalte que as amostras das rochas ornamentais submetidas em seu estudo não sejam emissoras significantes de radônio.⁵⁰

⁴⁹ http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/cartogramas/pdf/carto_relevo.pdf

Agora não mais apenas por zelo, é necessário dizer algumas linhas acerca do radônio no cimento. Narloch (2015, p.24) chama a atenção para o papel do cimento/argamassa na contribuição dos índices de radônio *indoor*.

Os materiais utilizados na construção civil contribuem fundamentalmente com os níveis de exalação do gás ^{222}Rn . Portanto, devem-se realizar procedimentos que minimizem a exposição em ambientes indoor, como, por exemplo, aumentar a ventilação local (AL-JARALLAH et al., 2005 apud NARLOCH, 2015, p. 24).

Narloch (2015, p.24) apresenta, em trabalho acadêmico, que muitos materiais de construção apresentam grande quantidade de ^{226}Ra (precursor do ^{222}Rn) e alta porosidade, o que colabora para o aumento da concentração do ^{222}Rn . Esta mesma autora informa que o concreto produzido a partir de xisto de alumínio e fosfogesso é elemento concentrador de radônio. Além disso, Narloch (2015, p. 32) classifica o granito, a ardósia e outras rochas vulcânicas, como detentoras de mais radônio que o próprio solo. Na seguinte passagem um extrato de dados trazidos por Narloch (2015, p. 32):

Em uma pesquisa realizada pela República Federal da Alemanha, com 30 mil domicílios, foi descoberto que 33% dos ambientes internos apresentaram maior exposição à radiação que os ambientes externos. Ainda que, a radiação externa seja absorvida pelos materiais de construção, deve-se considerar que existem radionuclídeos nestes materiais que contribuem para a exposição no interior dos edifícios. A maioria das pessoas permanece por longo tempo em ambientes fechados e isso faz com que haja um aumento da dose. A população da República Federal da Alemanha recebe, anualmente, cerca de 40 a 80 mrad, que corresponde a 0,4 a 0,8 mGy para contínua exposição interna. Em ambientes externos a dose absorvida varia de 30 a 60 mrad, que corresponde a 0,3 a 0,6 mGy (EISENBUD e GESELL, 1997, apud NARLOCH, 2015, p. 32).

Embora consolidada literatura científica, que alicerçam documentos governamentais internacionais e transnacionais sinalizem para forte presença de radônio nos materiais de construção não se procede à análise desses materiais nem

⁵⁰No entanto, quando se trata de ambientes fechados, com pouca ou nenhuma ventilação, alguns cuidados devem ser considerados ao utilizar materiais rochosos como rochas ornamentais e para revestimento, como avaliação da exalação de gás radônio. Se forem utilizados em ambientes externos ou que tenham bastante ventilação, todas as rochas são recomendadas, tendo em vista que o gás ^{222}Rn exalado dissipa facilmente na atmosfera.

De acordo com os resultados apresentados nesta pesquisa, observou-se que a exalação de gás radônio fornecida pelas rochas analisadas foi muito pequena, onde 13 das 15 rochas estudadas forneceram exalações inferiores a 1,0 pCi/L e apenas duas rochas forneceram valores superiores a 1,0 pCi/L, e mesmo assim não atingiram o valor estipulado pela EPA (2003) de 4,0 pCi/L. Assim, pode-se concluir e considerar que as rochas pesquisadas não apresentam índices preocupantes com relação a exalação de gás radônio, considerando-se as referências e conhecimentos atualmente acumulados sobre esse tema (AZEVEDO, 2013, p. 145).

antes nem posteriormente ao seu uso com relação ao radônio.⁵¹ Narloch (2015, p. 39) comparando índices de ^{226}Ra no cimento Portland conclui que o cimento brasileiro tem 4 (quatro) vezes mais deste elemento que o eslovaco do mesmo tipo.

Neste sentido é clara a posição de Narloch (2015, p. 14) quando afirma que as investigações acontecem num plano simulado, não real. Trata-se de estudos laboratoriais em condições diversas daquelas em que o ser humano vive. Isso se expressa, por esta autora, na passagem em que afirma que:

Atualmente não há normas e regulamentos que indiquem a concentração de radônio permitida para a exposição de argamassa de cimento Portland, de fosfogesso e de gesso natural, isoladamente. Por isso, nesse trabalho utilizaram-se como referência os valores estabelecidos por órgãos internacionais como a ICRP, WHO e USEPA e nacional como a CNEN. Todos esses órgãos estipulam valores para ambientes *indoor*.

De acordo com a WHO (2009), o limite deve ser de 100 Bq/m³, porém devido às diferenças do solo de cada região pode ser estabelecido como valor limite 300 Bq/m³, que equivale a 10 mSv. Esse valor representa para a CNEN a ação de proteção e remediação. Por outro lado, a EPA (2009) estabelece o valor limite aceitável de 148 Bq/m³. Portanto, as medidas realizadas para ambientes revestidos com argamassa de fosfogesso e gesso estão abaixo de 300 Bq/m³ como recomendado pela ICRP (2014). Dessa forma, todos os resultados estão dentro do limite estabelecido por esse órgão.

A medida da concentração da argamassa de cimento Portland mostrou-se muito acima do valor recomendado pelo órgão citado (ICRP, 2014). Entretanto, deve-se considerar que as medidas foram realizadas em recipientes fechados, o que não acontece em uma residência devido a ventilação proveniente de portas e janelas. (NARLOCH, 2015, p. 82)

Narloch (2015, p. 82) se refere na passagem supra a um achado de sua pesquisa que aponta que enquanto isoladamente no fosfogesso 208 + ou - 21 e no gesso 237 + ou - 28, no cimento Portland foram achados valores de **3366 + ou - 91 Bq/m³**. Ressalte-se que apenas em condições controladas e não reais.⁵²

⁵¹No entendimento de Narloch (2015, p. 33) os materiais de construção feitos de concreto ou residências com fissuras no porão ou na base podem contribuir com o aumento nos níveis de ^{222}Rn e seus produtos de decaimento (ATSDR, 2012). O aumento da concentração do ^{222}Rn em ambientes indoor, devido aos materiais de construção, pode ser de 10-20 Bq/m³, em poucos casos esse incremento pode ser superior a 1000 Bq/m³. Os materiais com grande quantidade de ^{232}Th podem aumentar a concentração de ^{220}Rn e, conseqüentemente, podem ser uma fonte importante de exposição em ambientes indoor (EUROPEAN COMMISSION, 1999).

⁵²Segundo Savi et al (apud Albuquerque, 2009, p. 249) a visão holística, seria uma prática ecoeficiente proativa pela qual a implementação da ecologia industrial exige modificação completa no processo produtivo além das fronteiras da empresa, em direção aos fornecedores e usuários e/ou consumidores. Na opção do autor acima a "Ecologia Industrial consiste na modelagem sistêmica das atividades de produção e consumo, com os fluxos de recursos envolvidos nas atividades e com fatores e com fatores econômicos, políticos, sociais e legais, levando em conta que o meio industrial está imerso em um universo mais amplo, que é o meio ambiente." Na compreensão deste autor a indústria precisa se reconhecer imersa num universo de responsabilidade para além do lucro.

A CNEN reconhece a existência de radionuclídeos no fosfogesso brasileiro (na mistura com a gipsita) recomendando uma quantidade máxima na composição do cimento de modo que os isótopos ^{226}Ra e ^{228}Ra estejam dentro de uma faixa segura.⁵³

Diga-se desde já que o objeto de estudo aqui não alcançou análise de rochas, minerais, cimento, argamassa, tintas, revestimentos, etc. utilizados na construção civil dos espaços sob estudo ou do seu entorno. Tão somente a concentração no ar interior é estudada. Apenas considerações iniciais sugeriram uma abordagem acerca deste tema.

2.5 OS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA: A NEOPLASIA

Neoplasia, na terminologia médica, é uma nova formação. O câncer de pulmão é uma neoplasia maligna. A Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID 10) classifica as neoplasias de pulmão nos itens da série C34. A própria natureza da neoplasia abre portas para outras neoplasias e para outras doenças oportunistas que se instalam ou se desenvolvem em paralelo, agravando o quadro do paciente.

No campo da conceituação, Baird e Cann (2011, p. 389), denominam o radônio de “o poluente atmosférico de ambiente mais importante”. Estes autores alertam para a partícula α , dentre as duas (α , β) e os raios γ .

Segundo estes autores as partículas em si não são ofensivas, mas sim a energia de movimento pela qual as mesmas são ejetadas do núcleo. O grande problema é a absorção dessa energia pelo corpo humano. Podem ocorrer ionização e dano celular ao organismo que a absorveu.

O lucro é uma meta necessária. A sobrevivência das organizações depende do lucro. Neste sentido algumas empresas praticam o ecomarketing, que se define como compromissos com determinadas questões. Assim o ecomarketing atrai consumidores, que, muitas vezes, estão dispostos a pagar um preço maior para adquirir produtos ecologicamente corretos. A indústria de cimento poderia compensar seus gastos com o marketing positivo de sua política de qualidade para o radônio, onde a organização empresarial se beneficiaria do aumento de despesa com a aferição do radônio.

⁵³CNEN. Resolução nº 171, de 30 de abril de 2014. Disponível em: <http://memoria.cnen.gov.br/Doc/pdf/Legislacao/RS_CNENCD_171_2014.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2017.

As partículas α e β são freadas quando penetram no organismo pelos átomos que estão no caminho. Devido ao peso capturam (arrancam) elétrons e se transformam em um núcleo de He.

Poderíamos dizer que o radônio apresenta dois efeitos básicos no organismo humano: efeito indireto (radiólise da água) e o efeito direto (alteração no DNA).⁵⁴

Em razão da emissão de partícula α , de alta energia ionizante, pode ocorrer alteração no interior da célula, atingindo-se o DNA levando-se o mesmo a uma irregular multiplicação neoplasia.

A partícula α ou emissão α tem alto poder de ionização devido a sua carga. A partícula α equivale ao núcleo de um átomo de He. Na epiderme humana, sequer pode penetrar no nosso organismo uma vez que a mais externa das camadas da pele, que não passa de uma camada de células mortas, se torna uma barreira natural. A partícula β tem médio poder de penetração. Já a partícula γ tem altíssimo poder de penetração atravessando a matéria com bastante facilidade.

O grande problema acontece na mucosa pulmonar. Neste tecido altamente rico em água, gases, ocorrem as trocas gasosas que fazem com que nosso organismo funcione bem.

No pulmão a partícula α é rapidamente absorvida e promove alteração no DNA por rompimento das suas hélices.⁵⁵

Nem toda radiação ionizante produz alteração celular, a intensidade e o tempo de exposição são dados considerados para se produzir o resultado patológico. Boa parte da ionização pode ocorrer em região regenerável da célula ou na grande massa de água do próprio corpo não causando maior problema ao organismo.

A radiação α descoberta por Rutherford pode ser contida através de roupas ou pela própria pele humana, já a radiação β necessita de uma proteção maior. Para nos protegermos da radiação β precisaríamos, por exemplo, de uma roupa de alumínio de 0,5 cm de espessura. O corpo humano é atravessado continuamente

⁵⁴Na ação direta a radiação danifica o DNA. Na ação indireta a radiação interage com moléculas presentes na célula e produz radicais livres que produzirão danos posteriores. (HALL, 2006, p. 546).

⁵⁵Estágios da ação. A sequência dos estágios é a seguinte: a) estágio físico em que ocorre a ionização de um átomo em cerca de 10-15 s; b) estágio físico-químico, quando ocorrem as quebras das ligações químicas das moléculas que sofreram ionização, com duração de uns 10-6 s; c) estágio químico, quando os fragmentos da molécula se ligam a outras moléculas, com duração de poucos segundos; d) estágio biológico que pode durar dias, semanas ou até várias dezenas de anos quando surgem efeitos bioquímicos e fisiológicos com alterações morfológicas e funcionais dos órgãos (OKUNO, 2013).

pela radiação β sem maiores consequências. Já a mais penetrante de todas, a radiação γ , para sua proteção, dependeria de uma parede espessa de chumbo ou concreto (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2008. p. 52).

Odum (2004, p.716) descrevendo os efeitos da radiação sobre o organismo humano é enfático ao dizer que:

As radiações de energia muito alta são capazes de remover electrões dos átomos e de os ligar a outros átomos, produzindo deste modo *pares de iões* positivos e negativos, são conhecidos por *radiações ionizantes*, em contraste com a luz e a maior parte da radiação solar que não tem acção ionizante. Julga-se que a ionização é a causa principal da lesão ao protoplasma e que o dano é proporcional ao número de pares de iões produzidos no material absorvente. As radiações ionizantes são emitidas na Terra por materiais radioactivos, sendo também recebidas do espaço. Os isótopos dos elementos que emitem radiações ionizantes são denominados de *radionuclídeos* ou *radioisótopos*.⁵⁶

Kotz, Treichel e Weaver (2008, p. 55) ainda identifica o decaimento do Rn para Po como uma contiguidade do problema. Segundo este autor o ^{218}Po , que tem meia vida de 3,10 min, é outro agente na escalada da acção do Rn que contribui para o aumento dos problemas. De Rn para Po há emissão de energia α o que também contribui para a incidência de câncer de pulmão. A OMS também compreende que a acção dos isótopos ^{218}Po e ^{214}Po são decisivas no desencadeamento da mutação genética. Neste parágrafo, fica claro:

*Cuando se inhala gas radón, las partículas alfa densamente ionizantes emitidas por los productos de desintegración del radón de vida corta (^{218}Po y ^{214}Po) depositados pueden interactuar con los tejidos biológicos pulmonares provocando daños en el ADN. Generalmente se considera que la aparición del cáncer requiere al menos una mutación, y la proliferación de células intermedias que hayan sufrido cierto grado de daño en el ADN puede provocar un gran aumento en el número de células disponibles para la aparición del cáncer. **Puesto que incluso una sola partícula alfa puede provocar daños genéticos significativos en una célula, la posibilidad de daños al ADN asociados al radón se da con cualquier nivel de exposición. Por consiguiente, es improbable que exista una concentración umbral por debajo de la cual el radón no albergue el potencial de provocar cáncer de pulmón.***⁵⁷(grifo nosso)

A OMS chama atenção ainda para o fato de ser o radônio muito possivelmente o desencadeador da neoplasia de pulmão na população fumante o

⁵⁶ A título meramente elucidativo distinguem-se as radiações em **ionizantes** (alfa, beta, gama) e **não ionizantes** (ultravioleta, radiofrequência, micro-ondas, etc). Neste estudo somente a primeira do primeiro tipo foi levada em consideração.

⁵⁷ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SAÚDE. Manual de la OMS sobre el radón en interiores. Una perspectiva de salud pública. Organización Mundial de la Salud. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/161913/1/9789243547671_spa.pdf?ua=1&ua=1>. Acesso em 10 mar 2016.

que torna problema ainda mais urgente. Há cerca de duas décadas forte campanha publicitária emplacou com muito sucesso, no Brasil, de forma permanente e muito eficiente, diga se de passagem, uma luta implacável contra o tabagismo. Campanha semelhante poderia ser feita de modo a se ter a baixo custo amplo alcance e com alto sucesso o combate ao radônio.

*En muchos países, el radón es la segunda causa de cáncer de pulmón después del tabaco. Es mucho más probable que el radón provoque cáncer de pulmón en personas que fuman o han fumado que en quienes nunca lo han hecho. Sin embargo, entre quienes no han fumado nunca constituye la principal causa de cáncer de pulmón.*⁵⁸

Os problemas para a saúde humana começam quando se inala átomos radioativos. A radioatividade é, em tese, cancerígena.

Segundo Mitchell et al. (2006, p. 153) a definição de neoplasia seria a seguinte:

Um tumor é uma massa anormal de tecido, cujo crescimento é quase autônomo e excede os tecidos normais. Em contraste com as proliferações não neoplásicas, o crescimento de tumores persiste após a interrupção dos estímulos que deram origem à mudança. Os tumores são classificados em duas categorias abrangentes: benignos e malignos; o tipo de neoplasma é baseado nas características de seu parênquima.

Porth e Matfin (2010, pp. 167-168) diferenciam os tumores como malignos e benignos da seguinte forma:

a. malignos:

“(...) são tumores bem menos diferentes que perderam a capacidade de controlar tanto a proliferação quanto a diferenciação celulares. Crescem de maneira desorganizada e descontrolada, invadindo tecidos circunvizinhos, possuem células que se desprendem e percorrem trajetos até sítios distantes, formando metástases, a menos que seu crescimento possa ser controlado por meio de tratamento.”

b. benignos:

“(...) são tumores bem diferenciados que se assemelham aos tecidos de origem e perderam a capacidade de controlar a proliferação celular. Crescem por extensão, são envoltas em uma cápsula fibrosa e não causam a morte, a menos que estejam em localizações que interrompam funções corporais vitais”.

⁵⁸ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Manual de la OMS sobre el radón en interiores. Una perspectiva de salud pública. Organización Mundial de la Salud. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/161913/1/9789243547671_spa.pdf?ua=1&ua=1>. Acesso em 10 mar 2016.

Mitchell (2006, p. 154), classificam os tumores malignos em 2 (duas) categorias ou tipos: a) **Carcinomas**; b) **Sarcomas**.

A neoplasia causada pelo radônio é do tipo **carcinoma**. Segundo os mesmos autores os carcinomas representam entre 90% e 95% dos cânceres de pulmão, e seriam a causa de morte por câncer mais comum em homens e mulheres.

Afirmam os autores que “o fumo do tabaco é bem estabelecido como o fator mais importante no desenvolvimento do câncer de pulmão.”⁵⁹ Acresce ao problema quando fatores ambientais como radiação, amianto, poluição do ar, e substâncias inaladas como níquel, cromatos, arsênio, etc., estão presentes.

Porth e Matfin (2010, p.161), didaticamente conceituam a renovação e a reparação celular como a própria atividade citológica normal do crescimento e reparação tecidual. O Crescimento e a reparação dos tecidos, que são compostos por células, se dão em três etapas: **1. Proliferação; 2. Diferenciação; 3. Apoptose**.

Pode-se dizer que a **proliferação** celular normal seria aquela em os tecidos adquirem novas células ou substituem células através do processo mitótico. A proliferação é um processo estável onde o número de células em divisão equivale ao número de células perdidas ou mortas.

Já a **diferenciação** é um processo pelo qual células em proliferação (fase anterior) tornam tipos celulares especializados. A diferenciação seria o fim da etapa de proliferação. A diferenciação produz células dessemelhantes estruturalmente, funcionalmente e de longevidade diversa. A **apoptose** é a morte programada de células que já cumpriram o seu papel, ou porque ficaram velhas ou porque cumpriram o seu papel.

Porth e Matfin (2010, p. 161) ainda trazem o desdobraimento da neoplasia como um processo de **anaplasia** (perda de diferenciação) e **pleomorfismo** (variação do núcleo quanto ao tamanho e forma) na fase 2 do ciclo celular. Esta ocorrência adjetiva a neoplasia.

Mitchell et al. (2006, p. 158), afirmam que uma grande quantidade fatores predis põem o indivíduo ou uma população ao desenvolvimento de cânceres. Exemplificam afirmando que homens e mulheres estão sujeitos diferenciadamente a cânceres diferentes somente igualados no que concerne à neoplasia maligna de pulmão.

⁵⁹Diga-se de passagem, que o Recôncavo baiano é uma região tradicionalmente fumageira.

Cânceres mais comuns segundo Mitchell et al. (2006, p. 158):

- a. **Homens:** próstata, **pulmão**, cólon;
- b. **Mulheres:** mama, **pulmão**, cólon;

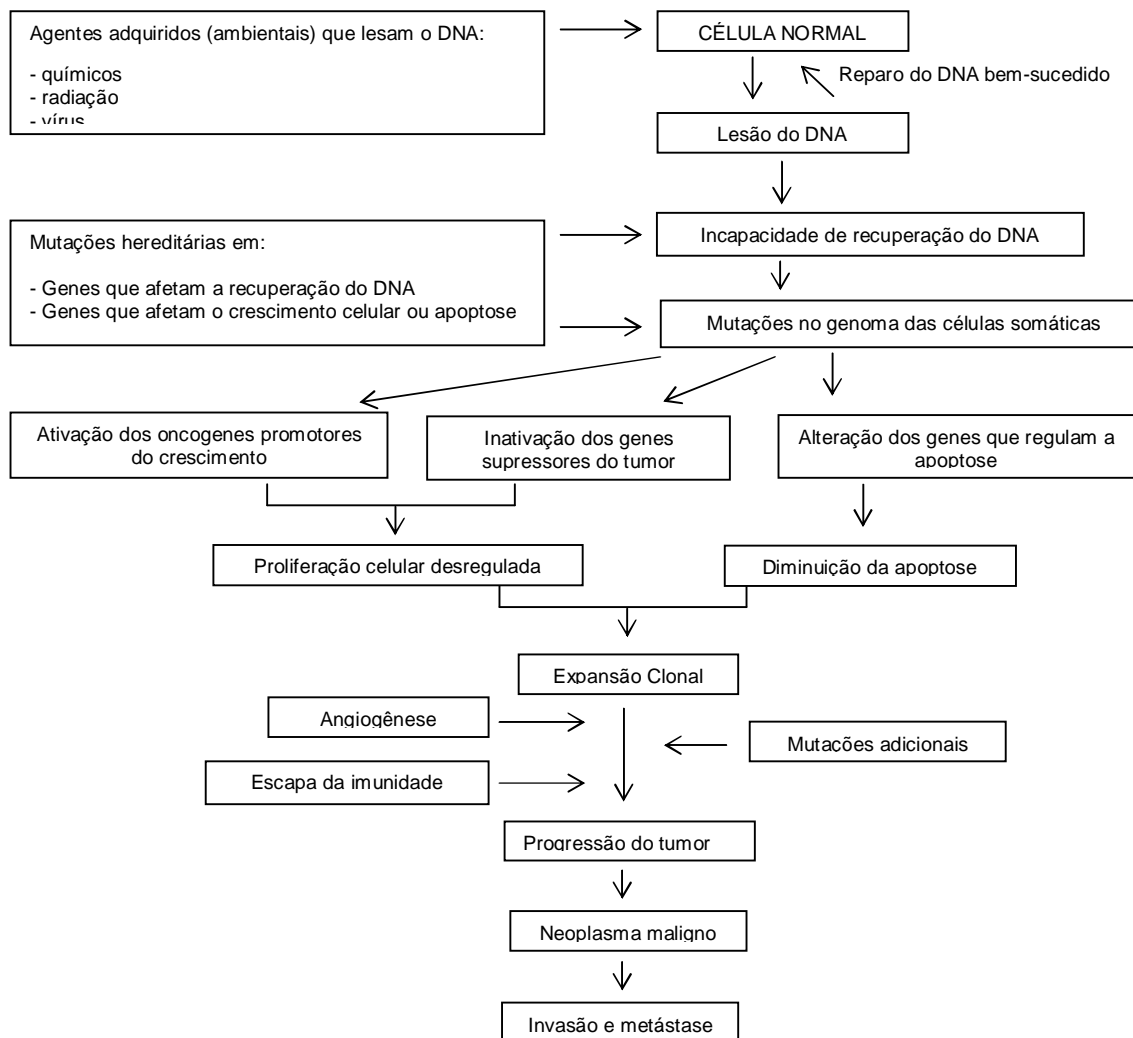
Segundo Rubin et al. (2006, p. 216), nos E.U.A. todos os tipos de cânceres representam 50% das causas de mortes.

Para fins de determinação do objeto de estudo presente será considerada apenas a neoplasia carcinoma maligno de pulmão entre homens e mulheres provocado pelo fator ambiental radioativo do isótopo 222 do radônio.

Mitchell et al. (2006, p. 158), explicam que os agentes ambientais causadores da neoplasia maligna são de três naturezas (fatores químicos, radiação e vírus). Desenvolveram o seguinte esquema que demonstra desde o contato humano com o patógeno até o espalhamento das células cancerígenas pelos outros órgãos e tecidos (metástase).

A figura a seguir resume a sequência que vai da causa ambiental até a migração celular:

Quadro 12 - Fluxograma da neoplasia



Fonte: Mitchell et al. (2006, p. 161)

Ressalte-se que existem alguns fatores que contribuem para determinar a epidemiologia dos cânceres: a) **Fatores ambientais**; b) Idade; c) Predisposição genética.

Para fins deste estudo serão consideradas duas hipóteses relacionadas com fatores ambientais: 1) Inalação direta do radônio; 2) Tabagismo.

Rubin et al. (2006, p. 324), estabeleceu em sua obra que o fumo é a maior causa evitável individual de mortes nos E.U.A. matando cerca de 400.000 pessoas por ano representando 30% dos casos de cânceres de pulmão. Segundo este autor:

o tabagismo também é um fator importante na indução de câncer de pulmão associado a determinadas exposições ocupacionais. Por exemplo, os mineradores de urânio apresentam uma taxa mais elevada de câncer de pulmão, presumivelmente por causa da inalação de produtos da

decomposição de radônio. No entanto, a taxa de câncer de pulmão entre os mineiros que fumam é consideravelmente mais elevada do que entre os que não são mineiros com hábitos semelhantes de tabagismo. (...)

Rubin et al. (2006, p. 335) esclarece que os fatores ambientais no contato com a natureza pode ser muito mais nocivo que o uso de substâncias sintéticas. O que Rubin et al. (2006, p. 334) chama a atenção é de que a natureza também nos traz riscos. Daí a necessidade de compreender os seus fenômenos e minimizar a exposição humana a determinados elementos ou substâncias químicas naturais.

Nesta passagem Rubin et al. (2006, p. 334) instrui acerca dos riscos que alguns agentes naturais podem trazer causando prejuízos à saúde humana:

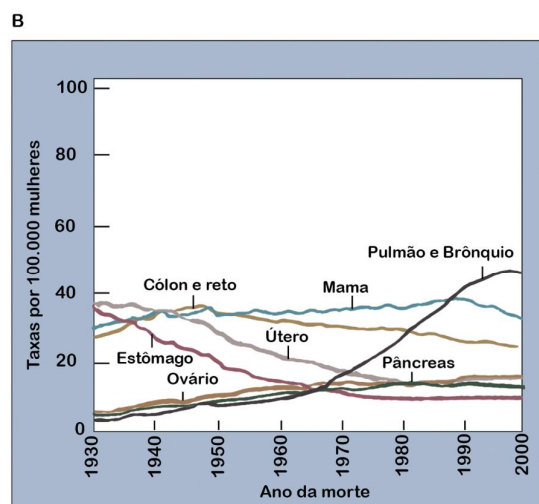
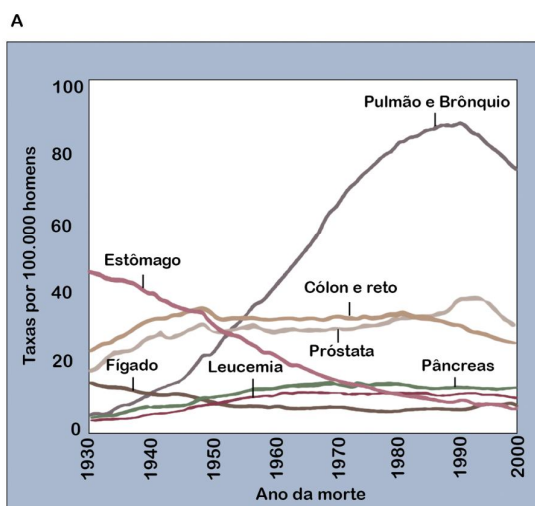
Os seres humanos inalam, comem e banham-se em vários materiais químicos que são considerados como contaminantes em alimentos e na cadeia alimentar, no suprimento de água e no ecossistema geral onde vivem. Entretanto, as previsões de destruição disseminada da flora e da fauna e uma epidemia de câncer humano ainda não se materializaram. Na verdade, os esforços para quantificar a potência dos contaminantes ambientais e para avaliar a exposição humana passada e presente sugerem que as substâncias químicas naturais fornecem um risco muito maior do que os produtos sintéticos, e as primeiras têm estado conosco há milênios.

Ainda de acordo com Rubin et al. (2006, pp.216-217):

1. 100% das pessoas morrem
2. 50% das pessoas morrem de câncer
3. 23 % dos cânceres são de pulmão
4. 85% dos cânceres de pulmão são cânceres provocados pelo tabagismo
5. 15% dos cânceres de pulmão não têm causa no tabagismo (radônio inclusive).

Segundo Rubin et al. (2006, p.217), a taxa de mortes por câncer nos E.U.A. é da seguinte ordem entre 1930 e 1999. No quadro a seguir a incidência de cânceres em homens e mulheres norte americanas.

Quadro 13 - Incidência de neoplasia na população dos E.U.A.



Tipos Mais Comuns de Tumores em Homens e Mulheres

Homens	
Tipos de Tumor	%
Próstata	33
Pulmão e Brônquio	14
Cólón e reto	11
Bexiga	6
Melanoma	4
Linfoma não-Hodgkin	4
Rim	3
Cavidade oral	3
Leucemia	3
Pâncreas	2
Todos os outros locais	17

Mulheres	
Tipos de Tumor	%
Mama	32
Pulmão e Brônquio	12
Cólón e reto	11
Corpo uterino	6
Ovário	4
Linfoma não-Hodgkin	4
Melanoma	3
Tireóide	3
Pâncreas	2
Bexiga	2
Todos os outros locais	20

Fonte: Rubin et al. (2006, p. 217)

É de se chamar atenção o que preleciona Porth e Matfin (2010, p. 160), quando dizem que o câncer de pulmão, que é por sua vez a principal causa de morte nos E.U.A. e no Canadá, é resistente à terapia, e, mesmo que avanços tenham sido alcançados no tratamento ainda assim trata-se de uma patologia de difícil cura.

As autoras apresentam dados de duas naturezas: estimativa de novos casos de câncer e a **estimativa de mortes**, levando-se em consideração o atual estágio da medicina, podendo, em razão de novas perspectivas, ter seus números alterados.

Alguns anos após os mesmos autores desta estatística, citados por Porth e Matfin (2010, p. 161), revisaram seus estudos e trazem em artigo denominado

Cancer Statistics, 2015, publicado no *CA: A cancer Journal for Clinicians* dados ligeiramente alterados ou melhorados oito anos depois. A expectativa não se modificou bastante. Os números não são muitos diferentes do que apresentam Rubin et al. (2006, p. 217), o que chama atenção é que alta mortalidade do câncer de pulmão, que está na casa de 14-15% de incidência, tem apenas 1/3 de chance de cura. Os autores clássicos da medicina parecem concordar como os valores relativos à incidência e cura.

Das estatísticas podemos concluir que há uma evolução lenta, mas gradual na sobrevivência de pacientes tratados. Os próprios autores do artigo concluem dessa forma:

Cancer death rates have been continuously declining for the past 2 decades. Overall, the risk of dying from cancer decreased by 22% between 1991 and 2011. Regionally, progress has been most rapid for residents of the Northeast, among whom death rates have declined by 25% to 30%, and slowest in the South, where rates declined by about 15%. Further reductions in cancer death rates can be accelerated by applying existing cancer control knowledge across all segments of the population, with an emphasis on those in the lowest socioeconomic bracket and other disadvantaged populations.⁶⁰

Porth e Matfin (2010) chamam atenção para a prevenção. Os cânceres de pulmão oriundos de causas externas têm sido gradativamente reduzidos muito mais pela prevenção do que pelo tratamento.

O número de norte-americanos que desenvolveram câncer de pulmão está diminuindo, principalmente devido a uma redução do tabagismo nos últimos 30 anos. A taxa de sobrevivência global de 5 anos para todos os estágios combinados é de 16%, uma estatística sombria que não se modifica desde o final da década de 1960.

Evitar indubitavelmente custa muito menos, evita mortes e gastos privados e públicos.

Miller Jr (2007, p. 410) afirma que as chances de uma pessoa ter câncer de pulmão por causa do radônio ainda dependerão da quantidade deste gás em sua residência, do que se passou nela e de associação com o tabagismo. Miller Jr (2007, p. 410) ainda informa que uma a cada 15 residências americanas está com níveis de radônio acima da média. Este mesmo autor reconhece que somente 6%

⁶⁰.As taxas de morte por câncer têm diminuído continuamente nas últimas 2 décadas. No geral, o risco de morrer de câncer diminuiu 22% entre 1991 e 2011. Regionalmente, o progresso tem sido mais rápido para os moradores do Nordeste, entre os quais as taxas de mortalidade caíram de 25% para 30%, e mais lento no Sul, onde taxas diminuíram cerca de 15%. Novas reduções nas taxas de mortalidade de câncer podem ser aceleradas através da aplicação de conhecimentos de controle do câncer existente em todos os segmentos da população, com ênfase naquelas de menor suporte socioeconômico e outras populações desfavorecidas. Tradução do autor.

das residências americanas conduziram testes para o radônio, testes este que custam, segundo o autor, entre US\$ 20,00 e US\$ 100,00 por residência.

O mesmo Miller Jr (2007, p. 410) prognostica que a exposição ao radônio pode levar ao câncer num período de até 70 anos.

Já no Estado da Bahia, onde se realizou a etapa experimental, têm-se dados detalhados, confiáveis, segundo o quadro abaixo relativo ao ano de 2011. No que diz respeito exclusivamente à neoplasia especialmente considerada se tem:

Quadro 14 - Taxa de incidência de neoplasias malignas por 100.000 habitantes

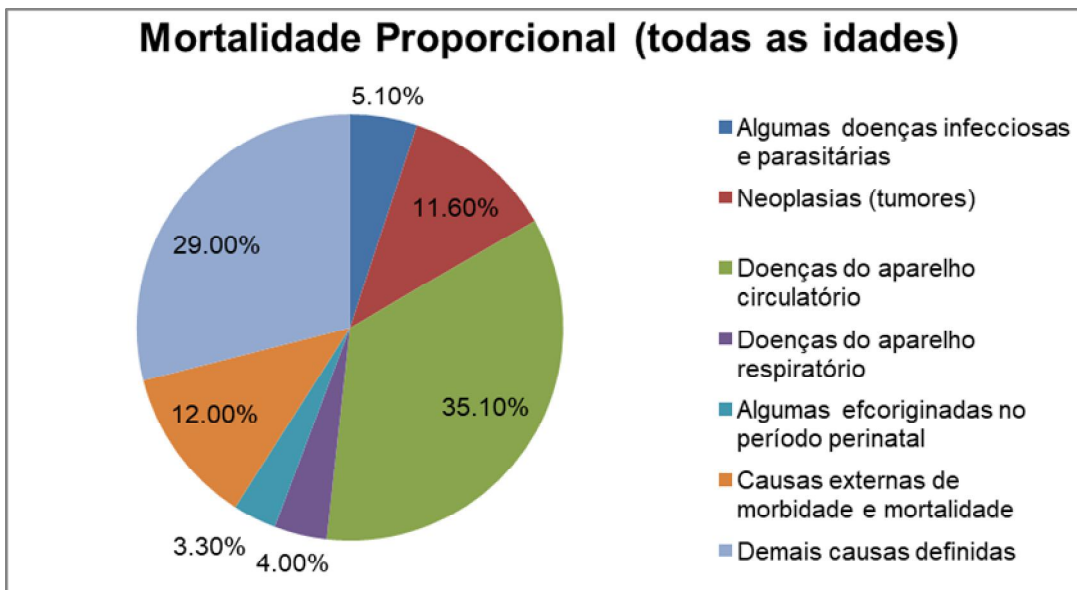
Neoplasia	Brasil	Bahia
Pulmão, traquéia e brônquios ⁶¹	18,37	7,56

Fonte: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/d05_10ufm.htm

Por outra via é possível ladear o problema. Os gráficos abaixo apresentam números da **mortalidade**, embora não se tenham números fracionados locais dos diversos tipos de cânceres.

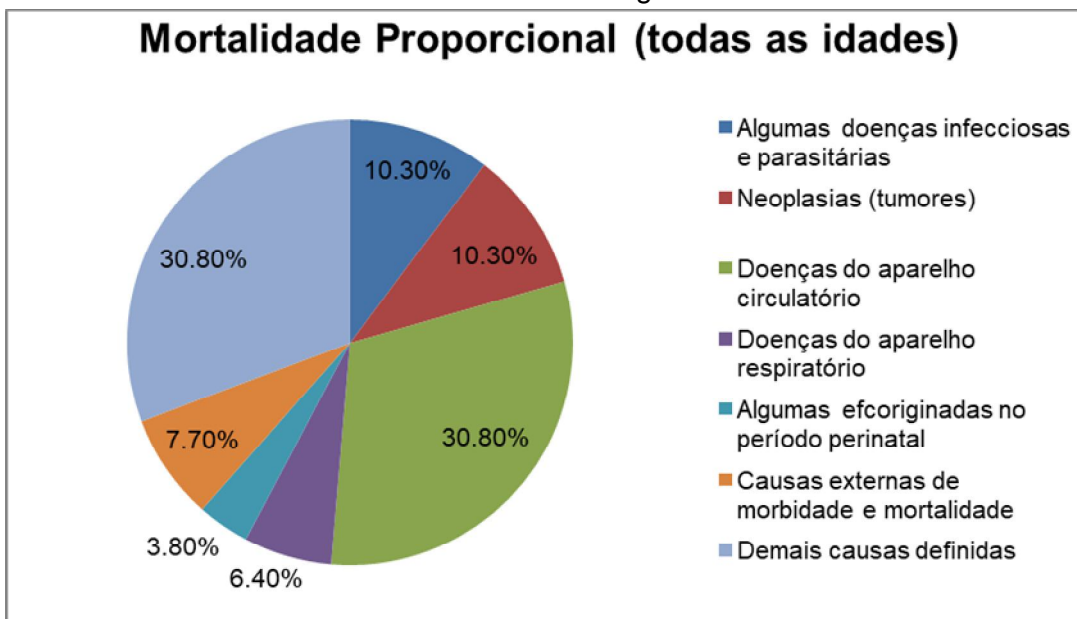
Quadro 15 - *Causa mortis* em Cruz das Almas

⁶¹A Bahia é o 5º estado com o menor índice deste tipo de câncer entre os demais estados da federação, ficando atrás apenas Maranhão, Paraíba, Pará, Acre quando pontuam de forma muito próxima todos eles (DATASUS, 2011).



Fonte: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/ba.htm>

Quadro 16 - *Causa mortis* em Governador Mangabeira



Fonte: DATASUS (<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/ba.htm>).

Os dados acima refletem o câncer em geral.

Considerando isoladamente o câncer de pulmão e de brônquios por 100.000 habitantes tem-se uma discrepância muito grande entre Cruz das Almas e Governador Mangabeira.

Quadro 17 - Mortalidade por câncer de pulmão e brônquios na Região de Saúde Cruz das Almas

Município	Taxa bruta por 100.000 hab entre 2010-2014
Cruz das Almas	4,29
Governador Mangabeira	16,78 ⁶²

Fonte: INCA (2010-2014)

Tem-se por sua vez dados regionais pouco detalhados com relação à epidemiologia, contudo mais consolidados quando dizem respeito à mortalidade. Não se tem, todavia, ciência pública desta discrepância, carecendo de investigação. Cumpre ainda dizer que as neoplasias **não** são patologias de notificação compulsória, podendo seus dados ser subdimensionados.⁶³ De plano, há que se advertir que, **não** é possível perante exiguidade de informações casarem estes números com o radônio.

Após necessária digressão documento eletrônico do Departamento de Ciências de Saúde Ambiental da Universidade de Minnesota, dá conta das vias de exposição ao radônio, corroborando com a literatura que afirma ser a inalação a principal. São estas:

EXPOSURE ROUTE

- a) inhalation- virtually all human exposure occurs through the respiratory system*
- b) ingestion - minimal exposure*
- c) dermal - no significant exposure*
- d) delivered human dose from radon exposure cannot be measured directly*
- e) radon exposure assessment is modeled beginning with measured air concentration*

A prestigiada universidade cita ainda outras potenciais malignidades associadas ao radônio: “*Other harmful respiratory effects associated with chronic exposure to radon include: 1) emphysema; 2) pulmonary fibrosis; 3) chronic interstitial pneumonia; 4) silicosis; 5.) respiratory lesions.*”⁶⁴

⁶² Este valor é de longe o maior dentre a regional de Cruz das Almas, que é composta por Sapeaçu, Cabaceiras do Paraguaçu, Conceição da Feira, Muritiba, Cachoeira, São Félix, Maragogipe, além dos demais já citados.

⁶³ A Portaria 204/2016 do Ministério da Saúde não inclui o câncer dentre as patologias notificáveis obrigatoriamente. Disponível em: <http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/gm/2016/prt0204_17_02_2016.html>. Acesso em: 23 abr. 2017.

⁶⁴ <http://enhs.umn.edu/hazards/hazardssite/radon/radonharm.html>. Acesso em: 13 dez. 2016.

Comparando-se a mortalidade por radônio com outras *causas mortis*, chega a EPA ao seguinte quadro: 1) radônio: 21.000; 2) dirigir alcoolizado: 17.400; 3) quedas em residências 8.000; 4) afogamentos 3.900; 5) incêndios residências: 2.800.⁶⁵

A EPA, instituição governamental e dotada de credibilidade, tem defendido as verificações domésticas como medida de controle epidemiológico. A guisa de concluir, parcialmente, o raciocínio, é importante frisar que a administração pública americana, num juízo de valor muito particular, é executora de ações políticas fortemente influenciadas pela opinião pública.

2.6 OS INSTRUMENTOS CONSTITUCIONAIS

2.6.1 A Constituição Federal e a saúde

A CF/88, última Carta Magna, foi editada em condições históricas próprias de uma Constituição. Só se justifica uma Constituição quando há uma mudança de paradigma. Essa mudança pode-se dar em diversas situações. O que levou a necessidade desta última CF em 1988 no Brasil foi, certamente, a redemocratização. As características de uma Constituição tem, normalmente, relação com o momento histórico e relação com a composição do colegiado que a elaborou.

No caso específico da última Carta a mesma apresenta muitos conteúdos inovadores em relação à matéria própria de direito constitucional. Trata de matéria própria de direito previdenciário, sindical, trabalhista, civil, comercial, penal, internacional, etc. Por mais estranho que possa parecer, são assim a CF de 1988 e suas emendas.

Assim como tratou de diversas matérias não tipicamente constitucionais, a CF/88 tratou de meio ambiente, saúde, e outras garantias que mescladas tornam o direito ao meio ambiente direito ao qual a sociedade passou a exigir.

É interessante notar que o tema saúde é apresentado no rol dos direitos sociais. Em função de sua presença no rol dos direitos constitucionais não é o tipo do direito de exigência imediata. Algumas matérias constitucionais são chamadas, pela doutrina, de “cláusulas programáticas”⁶⁶. São compromissos que o Estado tem com a sociedade, mas não significa que podem ser exigidos de imediato e

⁶⁵E.U.A. Environmental Protection Agency. **A citizen's guide to radon**: The guide to protecting yourself and your family from radon.

⁶⁶As cláusulas programáticas, via de regra, são aquelas que não se revestem de autoaplicabilidade.

individualmente, no que pese a sábia lição de Sarlet (2007, p. 312), quando afirma que:

(...) as normas constitucionais, mesmo as que fixam programas ou tarefas para o Estado, possuem o caráter de autênticas normas jurídicas, no sentido de que mesmo sem qualquer ato concretizador se encontram aptas a desencadear algum efeito jurídico.

Entretantes se pense assim, a definição do que é e até quando um direito é ou não programático oscila de época para época e de lugar para lugar.

Alguns tribunais, em razão da liberdade para se interpretar as leis e das fontes do direito admitidas, têm produzido jurisprudência que confere ao demandante proteção para a violação de “direitos” que não têm, ainda, cobertura normativa.

Necessário dizer que a jurisprudência de um tribunal não será, obrigatoriamente, seguida, exceto se vinculante, por expressa determinação.

Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição.

Embora os direitos trabalhistas não sejam convencionalmente matéria de direito constitucional, certamente que os mesmos foram enxertados, talvez, em razão do processo de redemocratização e para que se dificultasse seu confisco. Na Carta de 1988 o direito à saúde é apresentado, inclusive, como direito do trabalhador e como direito trabalhista, respectivamente nos incisos IV e XXII do artigo 7º.

Art. 7º São direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social:

IV - salário mínimo, fixado em lei, nacionalmente unificado, capaz de atender a suas necessidades vitais básicas e às de sua família com moradia, alimentação, educação, saúde, lazer, vestuário, higiene, transporte e previdência social, com reajustes periódicos que lhe preservem o poder aquisitivo, sendo vedada sua vinculação para qualquer fim;

XXII - redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança;

O status da saúde foi elevado e o dever de promover foi estendido a todos os entes federativos.

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

II - cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e garantia das pessoas portadoras de deficiência;

Na mesma esteira que estabeleceu o compromisso dos entes federativos com a saúde, a Carta de 1988 permitiu, em razão da relevância temática, que os mesmos entes também estariam legitimados a legislar concorrentemente sobre.

Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:
XII - previdência social, proteção e defesa da saúde;

A relevância foi repisada mais uma vez no art. 30. Os municípios, embora entes federativos distintos e independentes da União poderão contar com colaboração técnica e financeira desta. Isso só demonstra a relevância do tema na CF/88.

Art. 30. Compete aos Municípios:
VII - prestar, com a cooperação técnica e financeira da União e do Estado, serviços de atendimento à saúde da população;

Observa-se que a saúde pública, universal, embora garantida no Texto Maior, não seja exigível de forma absoluta pela prestação jurisdicional. Em razão dos reflexos gerados pelo espalhamento no texto constitucional abrem-se precedentes para direitos derivados, especialmente os construídos no contexto de demandas coletivas e até mesmo de demandas individuais.

O tema “saúde” é tão relevante no texto constitucional que a não aplicação de recursos pode levar a intervenção da União nos estados e dos estados nos municípios. A intervenção de um ente federativo em outro é um acontecimento que se dá em situações extremas. Raras vezes nos momentos democráticos, aconteceu. Dá-se em condições absolutamente graves. O legislador constitucional de 1988 não considerou a não aplicação do mínimo de recursos em saúde como fato grave, o que foi feito somente em 2000, através da EC nº 29, que a incluiu na relação das causas capazes de, inclusive, gerar a perda da autonomia do ente. Por ser excepcional é medida temporária e diante do comprometimento do liame social.

Art. 34. A União não intervirá nos Estados nem no Distrito Federal, exceto para:
VII - assegurar a observância dos seguintes princípios constitucionais:
e) aplicação do mínimo exigido da receita resultante de impostos estaduais, compreendida a proveniente de transferências, na manutenção e desenvolvimento do ensino e nas ações e serviços públicos de saúde.
Art. 35. O Estado não intervirá em seus Municípios, nem a União nos Municípios localizados em Território Federal, exceto quando:
III - não tiver sido aplicado o mínimo exigido da receita municipal na manutenção e desenvolvimento do ensino e nas ações e serviços públicos de saúde;

A partir o art. 196 o tema “saúde” apresenta-se como um bem a serviço da sociedade:

Art. 196. A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação.

Art. 197. São de relevância pública as ações e serviços de saúde, cabendo ao Poder Público dispor, nos termos da lei, sobre sua regulamentação, fiscalização e controle, devendo sua execução ser feita diretamente ou através de terceiros e, também, por pessoa física ou jurídica de direito privado.

Art. 220. A manifestação do pensamento, a criação, a expressão e a informação, sob qualquer forma, processo ou veículo não sofrerão qualquer restrição, observado o disposto nesta Constituição.

§ 3º Compete à lei federal:

II - estabelecer os meios legais que garantam à pessoa e à família a possibilidade de se defenderem de programas ou programações de rádio e televisão que contrariem o disposto no art. 221, bem como da propaganda de produtos, práticas e serviços que possam ser nocivos à saúde e ao meio ambiente.

De passagem, nota-se, numa crítica absolutamente necessária, que o esforço nacional, no que pese o status constitucional da saúde, não foi suficiente para açambarcar variados aspectos da saúde coletiva. A Constituição dos E.U.A., *v.g.*, não traz uma só vez o vocábulo saúde em seu texto, nem por isso o trato social é menor.

Compreende-se, portanto, como desnecessário, no texto constitucional, a matéria “saúde” para se ter as devidas garantias, o acesso, às proteções jurisdicionais derivadas.

A vantagem avistada com a presença do tema saúde na CF/88 se dá quando da busca pela prestação jurisdicional. Com o advento dos novos direitos sociais e das novas formas de se buscar esses direitos, as vantagens de ter o tema na CF parecem se perfeccionar melhor.

A busca pela prestação jurisdicional de forma individual costuma ser generosa especialmente quando a demanda é contra entidades privadas uma vez que o demandante é um consumidor e a oferta do serviço judicial se dá em maior escala: existem muitas varas e/ou juizados. A grande razão é a explicável relação de consumo na intermediação da prestação do serviço “saúde”. A relação de consumo é uma relação estabelecida pelo direito privado, mais facilmente acessível. Para se valer judicialmente do socorro judicial para efetivar a prestação do serviço público de saúde o cidadão deve se utilizar das varas da fazenda pública, abarrotadas e em número escasso.

Mas a prestação judicial não é facilmente alcançada pela via judicial se buscada por patrocínio privado. Certamente seria facilitado pelo patrocínio dos legitimados a postular em nome da coletividade: Ministério Público (MP) e Defensoria Pública (DP). Mesmo que se desse somente em casos extremados e limítrofes, de forma preventiva como se aspira aqui nesse estudo, não.

A saúde aqui referida não é aquela que pode ser alcançada por via judicial, mas aquela que o Estado deve promover. Aquela que o Estado deve estabelecer seus padrões.

No que concerne ao estabelecimento de padrões, carece o arcabouço jurídico pátrio de qualquer norma ou expectativa de normatização infraconstitucional, que nascida da árvore-mãe brota em leis ordinárias, decretos, portarias, etc.

Embora seja um tema recorrente no corpo constitucional não o fez brotar ainda nenhuma norma no sentido que planejamos aqui.

Carece a sociedade de uma cobertura legislativa preventiva. O máximo que a prestação judicial poderá fazer é oferecer remediação em momentos que os jurisdicionados apelam como último recurso.

O art. 220 da CF/88, retro citado, estabeleceu a competência federal para criar leis que defendem o cidadão da publicidade, programação de rádio e televisão nociva à saúde. Não que só seja da competência federal, mas em razão do alcance da norma federal.

A proteção contra práticas de consumo nocivo é bastante benéfica à sociedade. Por esta interpretação, por exemplo, se proíbe a publicidade de cigarros, etc.

Mas falta à CF/88 algo cultural ao país, a prevenção. Nenhuma proposta, política ou ideologia, pode se inferir da Carta de 1988 que tenha relação, factível, como a precaução e prevenção, especialmente, no que concerne a saúde pública.

Poderia existir uma norma ou normas públicas para fazer frente ao problema. Não puramente de remediação. Legislação para regulamentar a exposição (prevenção). Fiscalização. Punição. Este é o caminho.

A legislação pátria é, geralmente, mais eficiente para a remediação. No caso dos problemas advindos do Rn nem isso. A reparação civil que seria a remediação por um dano dificilmente será aplicada por ausência de previsão legal, e por falta de

legislação estabelecendo critérios como índice de tolerância, metodologia e verificação de relação de causalidade, etc.

A reparação civil, especialmente no dano a saúde a longo prazo, como os causados pelo Rn, depende de forma inequívoca, na atual legislação, de prova inequívoca de nexos de causalidade, sob pena de não se configurar.

Assim aconteceu com o agente cancerígeno tabaco e até com o amianto. Não foi diferente com a talidomida. Exemplos diferentes corrigidos posteriormente por legislação própria, específica.

Falta ao legislador pátrio a cultura jurídica da prevenção. Falta a norma que regulamenta e que diz como será para se evitar o dano. Esta é uma cultura que resiste nascer. Aqui ou ali dá sinais, mas não existe como prática legislativa.

O constitucionalista Lenza (2009, p.138-139) classificou as normas constitucionais, quanto à eficácia, em três tipos: plena, contida e limitada. O direito à saúde, meio ambiente seriam exemplos de normas de eficácia limitada. Dentre estas ainda encontramos um subtipo: declaratórias de princípios programáticos.

Tais normas nos ensinamentos de Lenza (2009, p.137) precisam de lei integrativa infraconstitucional para que produzam seus efeitos.

Na concepção de Costa (2004, p. 293) um novo supedâneo jurídico foi criado a partir de 1988 tendo o campo da saúde se “reinvestindo de funções ampliadas”. “Determina-se a regulamentação de produtos, substâncias e agentes que comportam risco para a vida e o meio ambiente”.

2.6.2 A Constituição Federal e o meio ambiente

Em 1988 as questões relativas à sustentabilidade estavam ainda se configurando. Não é possível, todavia, dizer que a Carta Magna negligenciou as questões ambientais. Ocorre que nesta década, mesmo ao seu final, o legislador, espelho da sociedade, não levantava essa bandeira, pois esta ainda estava a se formar na cultura da sociedade a chamada “consciência ecológica”. Na definição de desenvolvimento sustentável de Holtzaple e Reece (2013, p. 4) esta definição se apresenta como “uma filosofia econômica recente que reconhece o direito que os humanos têm de viver e melhorar seu padrão de vida e, ao mesmo tempo, proteger ao meio ambiente”.

Sabia-se no Brasil de 1988 que a floresta amazônica, a mata atlântica estavam ameaçados pelo desmatamento. Sabia-se que no pantanal mato grossense a caça e a pesca se davam de forma predatória. Não muito mais do que isso eram as grandes questões ambientais. Então a Carta Magna de 1988 não refletiu muito.

Os ecologistas, em sua maioria, defendiam apenas a floresta amazônica. Esse era o grande tema. Apesar do tema “meio ambiente” sequer, em tese, fazer parte de matéria constitucional tradicional, este aparece na CF/88.

Da forma como foi tratado, nas circunstâncias históricas em que a Carta Magna foi elaborada, não seria de se esperar que a mesma tratasse de temas atuais. Entretanto o tema “meio ambiente”, entalhado no art. 225 acabou servindo como matéria base para diversas legislações ordinárias.⁶⁷ Neste sentido a introdução do tema “meio ambiente” na CF/88 tem o seu valor, uma vez que serviu para o nascimento de instrumentos legais que protegem o meio ambiente e a saúde humana.

O homem não é fortemente percebido na CF/88 como pertencente ao meio ambiente, mas é necessário salientar que a CF/88 inovou em diversas matérias que fizeram brotar uma ordem jurídica muito moderna e amplamente instrumentalizadora das ações dos órgãos de defesa ambiental. Essa não expressa percepção da associação entre homem e o meio ambiente na consciência ecológica do Legislador Constituinte não colaborou para gerar normas derivadas.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

⁶⁷Dias (2011) afirma que: No Brasil, particularmente após a promulgação da Constituição Federal(1988), das Constituições Estaduais (1989) e Leis Orgânicas Municipais (1990), há um número significativo de normas legais que abrangem os mais diversos aspectos da problemática ambiental. Pela primeira vez numa Constituição Brasileira foi incluído um capítulo específico sobre o meio ambiente (art.225), tendo o fato se repetido nas Constituições Estaduais e na imensa maioria das Leis Orgânicas Municipais. Devido a uma maior participação dos cidadãos e entidades ambientalistas na elaboração de Leis Orgânicas Municipais (LOM), foram introduzidas novas normas que se aplicam às questões ambientais e que constituem experiências que poderão influenciar maior controle da sociedade sobre as fontes de poluição e degradação do meio ambiente. (...) Esse novo quadro normativo-institucional remete à necessidade de um aparato administrativo ambiental para atender tanto às exigências legais, quanto às demandas de uma cidadania ativa que aos poucos vai compreendendo que a qualidade de vida é um direito fundamental da pessoa humana.(...) É o monitoramento permanente das condições ambientais, tanto dos processos naturais como das ações humanas, que interfere na natureza, que traz para o administrador ambiental a necessidade de uma capacitação técnico-científica básica que lhe permita tornar-se capaz de entender, minimamente, os processos ecológicos em que está envolvido direta ou indiretamente.

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

Com o fito de regulamentar o inciso V, do art.225 da CF/88 nasceu uma única lei⁶⁸, a Lei 11.105/2005, que trata das questões relativas à biossegurança.⁶⁹ Embora louvável esta regulamentação a matéria regulamentada é apenas uma pequena fração do inciso. O Legislador foi desafortunado no alcance da regulamentação, sendo inábil nas escolhas.

Por outro lado, certamente, questões de vanguarda como as aqui abordadas no estudo do impacto do Rn na saúde humana não poderiam ser tratadas numa Constituição mesmo que em sua época já fossem percebidas. Não é pertinente. Não obstante à semelhança da Lei 11.105/2005 que se esboçou do referido inciso, poder-se-ia ter uma legislação para regulamentar o objeto aqui sob estudo.

Toda Carta Magna tem seus limites próprios, mas é louvável a iniciativa do legislador que fez, há mais de 25 anos atrás, constar em suas longas páginas as sementes que germinariam a possibilidade que hoje se abre: ter uma legislação constitucionalmente possível acerca da regulamentação da exposição humana ao Rn.

No Brasil, a ausência de previsão legal é, praticamente, um óbice ao acesso ao Direito e à Justiça.

A abertura constitucional é fundamental para a criação dessa legislação aqui proposta uma vez que atende aos novos anseios sociais que despontam.

Já as temáticas saúde e meio ambiente, em Portugal, por exemplo, também foram elevados à categoria dos direitos constitucionais:

Art. 64. Saúde

1. Todos têm direito à protecção da saúde e o dever de a defender e promover.
2. O direito à protecção da saúde é realizado:
 - a) Através de um serviço nacional de saúde universal e geral e, tendo em conta as condições económicas e sociais dos cidadãos, tendencialmente gratuito;

⁶⁸ A afirmação “nasceu uma única lei” deve ser entendida como nasceu uma única lei especialmente denominada como regulamentadora... “Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal”. Necessário este esclarecimento uma vez que a Constituição, em razão de sua natureza, é o berço de toda e qualquer norma infra de que trate matéria semelhante ao conteúdo do inciso V, art. 225.

⁶⁹ Tal lei apenas trata de OGM (Organismos Geneticamente Modificados) e da PNB (Política Nacional de Biossegurança). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

b) **Pela criação de condições** económicas, sociais, culturais e **ambientais que garantam, designadamente**, a protecção da infância, da juventude e da velhice, e pela **melhoria sistemática das condições de vida e de trabalho**, bem como pela promoção da cultura física e desportiva, escolar e popular, **e ainda pelo desenvolvimento da educação sanitária do povo** e de práticas de vida saudável. (grifos nossos).

Diversamente da Carta Magna brasileira o direito ambiental habitacional foi elevado a status constitucional em Portugal. Da Constituição Portuguesa (de 1976), art. 65 (Habitação e Urbanismo), desencadearam diversas políticas de aferição de radônio em alguns concelhos.

1. **Todos têm direito, para si e para a sua família, a uma habitação** de dimensão adequada, em condições de higiene e conforto e que preserve a intimidade pessoal e a privacidade familiar. (grifo nosso).

A Constituição dos portugueses foi mais além. Dedicou mais um artigo que conecta ambiente a qualidade de vida.

1. Todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender.
2. Para assegurar o direito ao ambiente, no quadro de um desenvolvimento sustentável, incumbe ao Estado, por meio de organismos próprios e com o envolvimento e a participação dos cidadãos:
 - e) Promover, em colaboração com as autarquias locais, a qualidade ambiental das povoações e da vida urbana, designadamente no plano arquitectónico e da protecção das zonas históricas;
 - f) Promover a integração de objectivos ambientais nas várias políticas de âmbito sectorial;

Da leitura comparada é de se presumir o quanto pode se projetar uma norma constitucional. No caso português a redação é bastante categórica. No caso pátrio o mandamento se subordina a prolongado processo legislativo sob atuação de contundente *lobby* que representa os mais diversos interesses e segmentos.

Retrocedendo ao radônio, embora o mesmo não seja um problema habitacional de higiene, mas sim de saúde e de meio ambiente, poder-se-ia dizer que uma norma de direito, nas terras lusas, que regulamenta a exposição ao radônio, veio da sua Constituição. Vêm-se as diferenças nas linhas evolutivas distintamente, considerando, obviamente, seus respectivos momentos históricos.

A CF/88, por seu lado, evoluindo para a defesa do meio ambiente na perspectiva de reconhecer que a atividade privada deve prosperar sob a responsabilidade social do capital privado. Neste sentido foi editada a EC nº 42/2003, que modificou a redação do art. 170, VI dando-lhe nova redação.

A redação antiga tão somente fazia referência ao “meio ambiente”. Passou a

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

VI - defesa do meio ambiente, **inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação;** (grifo nosso).

Esta evolução acompanha as demandas por novas garantias. Embora não sejam expressivas as referências ao meio ambiente a CF/88 é precursora de temática inovadora. Os Legisladores pátrios originários e derivados conquanto tenham sido vanguardistas não foram tanto quanto os coirmãos. A Constituição Lusitana é mais fecunda, pois é manifesta. De comando expreso nascem regulamentações mais acertadas e menos vagas.

2.6.3 A Ação Popular

Regulada pela Lei 4.717/1965 a Ação Popular (AP) pode ser manejada para uma série de situações:

Art. 1º Qualquer cidadão será parte legítima para pleitear a anulação ou a declaração de nulidade de atos lesivos ao patrimônio da União, do Distrito Federal, dos Estados, dos Municípios, de entidades autárquicas, de sociedades de economia mista (Constituição, art. 141, § 38), de sociedades mútuas de seguro nas quais a União represente os segurados ausentes, de empresas públicas, de serviços sociais autônomos, de instituições ou fundações para cuja criação ou custeio o tesouro público haja concorrido ou concorra com mais de cinquenta por cento do patrimônio ou da receita anual, de empresas incorporadas ao patrimônio da União, do Distrito Federal, dos Estados e dos Municípios, e de quaisquer pessoas jurídicas ou entidades subvencionadas pelos cofres públicos.

§ 1º - Consideram-se patrimônio público para os fins referidos neste artigo, os bens e direitos de valor econômico, artístico, estético, histórico ou turístico.

A CF/88 também estabeleceu no inciso LXXIII, do artigo 5º, o artigo dos direitos e garantias fundamentais, que:

LXXIII - qualquer cidadão é parte legítima para propor ação popular que vise a anular ato lesivo ao patrimônio público ou de entidade de que o Estado participe, à moralidade administrativa, ao **meio ambiente** e ao patrimônio histórico e cultural, ficando o autor, salvo comprovada má-fé, isento de custas judiciais e do ônus da sucumbência; (grifo nosso)

É importante perceber, de plano, que dano à saúde humana não está no rol das possibilidades para o manejo da AP.

O parágrafo único do artigo 1º da Lei 4.717/1965 apenas se refere a “bens e direitos de valor econômico, artístico, estético, histórico ou turístico”, já a CF/88 vai um pouco além e expande a possibilidade deste instrumento estendendo para “patrimônio público ou de entidade de que o Estado participe, à moralidade administrativa, ao **meio ambiente** e ao patrimônio histórico e cultural”. (grifo nosso)

Mas quaisquer que sejam as possíveis interpretações e mesmo as em sentido mais largo não poderiam dizer que saúde individual está, ao menos, neste caso, no campo do meio ambiente simplesmente.

Neste sentido, embora possível, em tese, não frutificaria, com absoluta plausibilidade, uma AP para reclamar no Judiciário, cobertura, qualquer que seja ela, para proteção dos efeitos da radioatividade evitável do radônio no meio ambiente doméstico.

É possível dizer que o legislador de 1965 e tampouco o legislador de 1988 não pensavam a saúde, meio ambiente, como algo essencial. Todas as coisas foram sendo incorporadas gradativamente ao conjunto de preocupações da sociedade há cerca de duas décadas no máximo. Em 1965, a preocupação com o meio ambiente inexistia no Brasil. É de se concluir, à luz da própria lei infraconstitucional retro citada, que a AP não é remédio constitucional para qualquer ação, oriunda do povo, através de seu legitimado, o cidadão, para questionar dano à saúde. A AP serve, no máximo, para discutir questões ambientais. A AP serve, também, segundo a CF/88, para anular ato lesivo ao meio ambiente. Os danos causados pelo radônio são à saúde e não ao meio ambiente, no que pese ser o meio ambiente favorecedor da saúde. Por se tratar de um elemento da natureza, do meio ambiente, do qual o poder público não tem sobre ele o controle não há o que se falar em interferência do poder público.

A AP tem o seu poder conferido pelo art. 1º, parágrafo único, da própria CF/88, quando diz que: “Todo o poder emana do povo, que o exerce por meio de representantes eleitos ou **diretamente**, nos termos desta Constituição”. (grifo nosso). A AP nos termos da CF/88 legitimou o cidadão, em nome coletivo, a pleitear, reverter ato lesivo ao meio ambiente.

Poder-se-ia dizer de forma muito elástica que a AP poderia ser manejada em razão de sua ação fiscalizadora e não preventiva. Silva (2009, p. 463) afirma que a função da AP é essencialmente fiscalizadora.

No que pese a inclusão do “meio ambiente” no rol das proteções, que ampliou substancialmente as possibilidades da AP, esta continua restrita.

Poder-se-ia dizer num entendimento largo, e apenas assim, que a AP, poderia ser manejada para discutir um ato emanado da Administração Pública que comprometa a saúde como elemento do meio ambiente. Neste sentido a AP poderia ser utilizada. Neste caso o autor da ação, ao invocar a atividade jurisdicional, poderia inclusive via suspensão liminar.

Segundo Silva (2009, p. 463)

Contudo, ela se manifesta como uma *garantia coletiva* na medida em que o *autor popular* invoca a atividade jurisdicional, por meio dela na defesa da coisa pública, visando a *tutela de interesses coletivos*, não de interesse pessoal.

Apenas num entendimento muito amplo poder-se-ia dizer que a AP poderia ser manejada para questionar, por exemplo, um ato da administração pública que autorizou a construção de um edifício sobre uma jazida de urânio, que por sua vez compromete a vida do homem e de outros seres vivos. O alcance da AP, neste caso, beneficiaria a coletividade e não o autor popular, que é aquele provido do gozo dos direitos políticos, em si.

Segundo Barroso (2009, p. 211) há uma tendência à admissão da AP não só quando se encontram ilegalidade e lesividade juntas, mas bastando que a lesividade esteja presente. Segundo este autor a ausência de um ou outro requisito não tem o condão de levar, por si só, à improcedência da AP.

Para Barroso (2009, p. 211) há sobreposição entre os papéis da AP e da Ação Civil Pública (ACP) no tocante a proteção ao meio ambiente quando cita trecho da Lei 7347/85, Art. 1º, I e IV: “sem prejuízo da ação popular”. O mesmo autor ainda esclarece que a AP, visto o pensamento doutrinário majoritário, não poderia ser manejada para invalidar uma lei em tese, mas tão somente os atos dela derivado (Barroso, 2009, p. 213). Ou seja, a AP poderia, remotamente, ser utilizada para anular um alvará de construção imobiliária que licencia uma construção sobre um terreno uranífero e/ou para impedir uma licença de funcionamento de um imóvel de uso coletivo, constatatadamente rico em radônio.

Barroso (2009, p.213) vai mais longe dizendo também que a omissão é produtora de ato lesivo e daria ensejo a AP.

Percebe-se que o remédio constitucional AP pode ser manejado, embora com cautela, e fundamentado na teoria de que o direito à vida só pode ser alcançado em

um ambiente saudável e em um ambiente em tais condições onde se exige o zelo do poder público. Por esta via transversal pode-se, ressalvadas estas condições, propiciar o uso da AP para provocar o Judiciário na concessão da tutela esperada.

Ao receber a petição da AP o juiz manda o MP tomar conhecimento, que, mesmo em face da desistência do autor popular, poderia prosseguir com a ação. O MP neste caso poderia, inclusive, utilizar-se, em paralelo, de seus próprios instrumentos, inclusive a ACP, que doravante se tratar pormenorizadamente.

2.6.4 A Ação Civil Pública

Nascida da evolução histórica da AP, segundo Barroso (2009, p. 219), a ACP é um mecanismo mais amplo e mais eficiente que sua ancestral a AP. Segundo Barroso (2009, p. 219) foi da percepção das limitações da AP que nasceu a ACP.

Dentre as atribuições constitucionais do MP está o uso da ACP. A ACP pode nascer de demanda da sociedade através de requerimento de qualquer pessoa física ou jurídica ou poderá nascer do próprio MP. É bom lembrar, antes de qualquer coisa, que existem diversos ministérios públicos. São eles: Ministério Público do Trabalho (MPT), Ministério Público Federal (MPF), Ministério Público Militar (MPM), Ministério Público Estadual (MPE), Ministério Público de Contas (MPC). Estão estabelecidos no art. 128 da CF/88. Todos estão legitimados à ACP.

Na CF/88 coube ao MP:

Art. 129. São funções institucionais do Ministério Público:

III - promover o inquérito civil e a ação civil pública, para a proteção do patrimônio público e social, do **meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos**; (grifo nosso)

De forma inovadora para as pautas da década de 1980, a CF/88 expressamente consignou o meio ambiente e outros interesses difusos e coletivos.

O CDC foi taxativo ao definir os interesses coletivos dos consumidores:

Art. 81. A defesa dos interesses e direitos dos consumidores e das vítimas poderá ser exercida em juízo individualmente, ou a título coletivo.

Parágrafo único. A defesa coletiva será exercida quando se tratar de:

I - interesses ou direitos difusos, assim entendidos, para efeitos deste código, os transindividuais, de natureza indivisível, de que sejam titulares pessoas indeterminadas e ligadas por circunstâncias de fato;

II - interesses ou direitos coletivos, assim entendidos, para efeitos deste código, os transindividuais, de natureza indivisível de que seja titular grupo, categoria ou classe de pessoas ligadas entre si ou com a parte contrária por uma relação jurídica base;

III - interesses ou direitos individuais **homogêneos**, assim entendidos os decorrentes de origem comum. (grifo nosso).

Importante extrair das lições de Barroso (2009, p. 223) que os direitos difusos dizem respeito aos titularizados por uma coletividade indeterminada. A coletividade como um todo.

Já os interesses coletivos derivam de um grupo específico ou categoria. Este nos interessa sobremaneira. No que tange aos interesses homogêneos se excluem estes do manejo da ACP para os fins que abordarem aqui.

Compreendendo que saúde pública pode ser inserida no rol dos interesses difusos e coletivos podemos então dizer que o MP tem interesse na defesa da saúde da coletividade que é afetado pela exposição ao Rn.

Antes até da Carta Magna de 1988, demandado pela regulamentação, o Legislador fez editar a Lei 7.347/85, que disciplina a ACP de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, etc.

O que mais chama atenção nessa legislação é o inciso IV do art. 1º.

Art. 1º. Regem-se pelas disposições desta Lei, sem prejuízo da ação popular, as ações de responsabilidade por danos morais e patrimoniais causados:

IV - a qualquer outro interesse difuso ou coletivo.

Os MPs, embora instituições antigas no Brasil tenham sido instrumentalizadas aos poucos e esta norma conferiu atribuições e definiu o leque de ações que transformaram os MPs em instituições legitimadas a promover os interesses que o clamor popular requisitou.

Uma ACP pode ser tranquilamente manejada para exigir da construção civil que a edificação seja elaborada a partir de procedimentos e técnicas que evitem a concentração de radônio.

A saúde, afetada pela construção por técnicas inadequadas, é interesse coletivo e deve ser objeto de apreciação pelo Judiciário. É o que diz a CF/88: Art. 5º, XXXV - “a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça a direito”

A definição do que é interesse difuso ou coletivo é puramente doutrinária⁷⁰ e cabe saber apenas se os doutos representantes dos MPs estão receptivos e inteirados da necessidade de levar ao conhecimento do Judiciário um pleito ou uma demanda que a coletividade poderá apresentar.

⁷⁰ É doutrinária no plano constitucional, mas não o é no CDC, art. 81.

Por se tratar de tema relativamente novo podemos ter aqui nesta dissertação, *in nuce*, uma discussão que começa a germinar.

A ACP depende de expectativas sociais. Irá o MP demandante acionar o Judiciário para que este, atendendo aos argumentos elaborados, conceder a tutela ou apreciando em profundidade, acolher, no mérito, o(s) pedido(s) formulado(s). O MP deverá nesta sequência se associar a uma corrente do pensamento jurídico que define a saúde coletiva como componente do interesse difuso ou coletivo. Além dessa vinculação da saúde a interesse coletivo absorvido pelo MP também o Judiciário deverá se afiliar.

A ação do MP é determinante para atendimento de requerimentos sociais muito específicos e que o Legislador não poderia prever. A sociedade produz demandas de forma dinâmica. Essa dinâmica nasce de forma muito espontânea e em sentimentos muitas vezes locais somente sendo sentido quando o MP está auscultando a sociedade.

O MP, portanto, para receber uma demanda como esta, relacionada aos males do Rn, precisa ter seus ouvidos aproximados da sociedade, num movimento ao encontro dos interesses sociais.

No caso do radônio afetar determinada população em uma determinada localidade justifica o manejo da ACP em razão dos interesses coletivos transindividuais (aqueles cuja coletividade seja ligada por uma razão comum e indivisível).

Dentre as funções do MP está a de acionar o Judiciário. O sistema jurídico brasileiro é inicialmente, quando cabível, conciliador. Com a Ação Civil não seria diferente. Se o Inquérito Civil puder ser resolvido fora do Judiciário o MP proporá um ajuste de conduta que será estabelecido por um Termo de Ajuste de Conduta. Somente na hipótese desta solução conciliada não frutificar é que o MP levará a propositura e esta se tornará uma lide.

A ACP que contempla os interesses coletivos indivisíveis pode levar a ressarcimento de cunho pecuniário ou na obrigação de fazer. “Art. 3º A ação civil poderá ter por objeto a condenação em dinheiro ou o cumprimento de obrigação de fazer ou não fazer.”

Depreende-se, portanto, que do manejo da ACP pode-se resultar na obrigação de fazer, aqui traduzida como, no caso específico do radônio, como na

condenação de uma construtora em adequar o imóvel para que o mesmo apresente concentrações abaixo de um valor referencial.

Havendo, por exemplo, uma demanda, da natureza aqui investigada, pode e deve o MP coletar a matéria de fato, construir os elementos jurídicos, construir os argumentos e pleitear do violador do direito ofendido, por ação ou omissão, chamá-lo a reparar, modificar, indenizar, e a lista dos verbos não é taxativa, à composição. Não sendo possível o *Parquet* envidará os esforços necessários para, reunindo os elementos todos do rito processual, conduzir ao Judiciário aquilo que não pode ser solucionado administrativamente. O instrumento conferido ao MP é o Inquérito Civil Público (ICP).

Art. 8º Para instruir a inicial, o interessado poderá requerer às autoridades competentes as certidões e informações que julgar necessárias, a serem fornecidas no prazo de 15 (quinze) dias.

§ 1º O Ministério Público poderá instaurar, sob sua presidência, inquérito civil, ou requisitar, de qualquer organismo público ou particular, certidões, informações, exames ou perícias, no prazo que assinalar, o qual não poderá ser inferior a 10 (dez) dias úteis.

A ACP e o ICP são meios de buscar os direitos difusos ou coletivos de um grupo de moradores, v.g., de um edifício afetado por problemas sanitários oriundos de um erro de construção que dificulta a boa ventilação e causa não a um mais a diversos moradores de forma recorrente, problemas de saúde.

O MP não se confunde com a DP, nem com uma forma de atuação de uma advocacia pública, mas advoga para o público as coisas de interesse público.

Não se confunde com a DP, pois pode antecipar a decisão judicial através de um Termo de Ajuste de Conduta (TAC).

Embora não se confunda com o MP a DP também está legitimada à ACP. A DP e as associações também estão legitimadas para a ACP. A CF/88 e a Lei 7347/85 legitimaram um grande rol no polo ativo permitindo que interesses difusos, coletivos, homogêneos possam ser defendidos pelos representantes do poder público e até pelos representantes da sociedade civil organizada embora com atribuições mais limitadas.

Art. 5º Têm legitimidade para propor a ação principal e a ação cautelar:

I - o Ministério Público;

II - a Defensoria Pública;

III - a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios;

IV - a autarquia, empresa pública, fundação ou sociedade de economia mista;

V - a associação que, concomitantemente:

a) esteja constituída há pelo menos 1 (um) ano nos termos da lei civil;

b) inclua, entre suas finalidades institucionais, a proteção ao patrimônio público e social, ao meio ambiente, ao consumidor, à ordem econômica,

à livre concorrência, aos direitos de grupos raciais, étnicos ou religiosos ou ao patrimônio artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico.

O Manejo da ACP tem sido pacífico no Judiciário quando se trata de interesse ou direito individual homogêneo na esfera consumerista, em razão do que dispõe o artigo 81, III, CDC.

Embora o CDC legitime o MP à ACP resta-nos esclarecer que no caso do radônio é bastante complexo determinar o quanto um vício na construção afeta os moradores de um mesmo edifício. As dificuldades de mensuração em razão da dinâmica do fenômeno praticamente impossibilita considerar que os moradores de um edifício possam ter interesses homogêneos habilitados para a ACP à luz do direito do consumidor especialmente quando a norma encontra-se *in albis*. Neste caso a afetação do radônio sobre a saúde de uma população só pode ser manejada por uma via: como interesse ou direito coletivo.

Exemplifica-se o raciocínio com uma ACP para obrigar uma construtora a aplicar técnicas mitigatórias para dar salubridade *indoor* a um condomínio comprovadamente afetado por radônio. À luz do CDC e no uso das prerrogativas do MP uma ACP para defesa dos interesses coletivos pode ser manejada por uma promotoria própria.

Art. 14. O fornecedor de serviços responde, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos relativos à prestação dos serviços, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua fruição e riscos.

§ 1º O serviço é defeituoso quando não fornece a segurança que o consumidor dele pode esperar, levando-se em consideração as circunstâncias relevantes, entre as quais:

- I - o modo de seu fornecimento;
- II - o resultado e os riscos que razoavelmente dele se esperam;
- III - a época em que foi fornecido.

Embora o instrumento possa ser manejado o direito não colabora. No mesmo artigo a ressalva é óbice: “§ 2º O serviço não é considerado defeituoso pela adoção de **novas técnicas**.” (grifo nosso).

O uso da ACP sob alegação de vício, defeito de imóvel construído afetado pelo radônio não é um argumento bom, pois a biblioteca jurídica nacional ainda não definiu o radônio como a causação de riscos nem exigiu que a construção civil (novas técnicas) se adequasse a tais procedimentos.

Tal argumento ainda desprovido de forte amparo, no máximo, geraria os efeitos da segunda parte do art. 3º: “A ação civil poderá ter por objeto a condenação em dinheiro ou o cumprimento de obrigação de fazer ou não fazer.”

É esclarecedora a lição de Guerra (2011, p. 555) quando, sobre os bens tutelados pela ACP Ambiental diz:

Estes bens se inserem, ora na categoria dos direitos coletivos, ora na categoria dos direitos difusos. O elemento definidor, entre um e outro direito, é a possibilidade ou não da determinação dos titulares do bem. Enquanto que os titulares dos direitos difusos, como, por exemplo, o direito à pureza do ar atmosférico, encontram-se em estado fluido, dispersos pela sociedade civil como um todo, em que é impossível destacar cada integrante, isoladamente, do grupo que integra. Os titulares dos direitos coletivos podem ser determinados a partir de um vínculo associativo entre eles, como, por exemplo, os moradores de um determinado condomínio ou de um bairro representado por uma associação de moradores que se sentem lesados em seu direito à saúde, segurança e bem-estar, em decorrência de poluição sonora advinda de uma fonte próxima às suas moradias.

Ainda no tocante à ACP Ambiental propõe reparação sob sustentada ideia da responsabilidade civil objetiva, que é aquela que independe de culpa, mas para tanto há que ser decorrente de ato saturado de antijuridicidade. Antijuridicidade no caso do radônio poderia ser o descumprimento de uma norma que ordenou a aferição do mesmo antes de se proceder a construção do imóvel. Neste caso os imóveis construídos, por seus proprietários, arrogam-se no direito de exigir a adequação dos mesmos para valores toleráveis.

Inexistindo parâmetros de norma pública a ACP Ambiental cai no vazio.

2.6.5 A Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão

Segundo Lenza (2009, p. 257) serve a Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão (ADO), no chamado “controle concentrado”⁷¹ para combater a “síndrome de inefetividade das normas constitucionais”. A ADO prevista na CF/88, de forma inovadora, tem por escopo a declaração de inconstitucionalidade por lapso de “medida para tornar efetiva norma constitucional” Lenza (2009, p. 257).

A ADO se destina tornar efetiva norma constitucional de eficácia limitada: direito à saúde, direito a meio ambiente saudável, etc. Neste sentido uma ADO poderia ser utilizada para questionar um código de edificações que não resguardasse a saúde da coletividade vítima de grande emanção de radônio numa coletividade. Sabendo-se desta grande concentração o Poder Público além de autorizar a construção de um edifício ainda regulamentará as obras condominiais

⁷¹Chama-se controle concentrado àquele que “concentra” em um só tribunal os julgamentos acerca da questão. Estão sujeitas ao controle concentrado: ADI(102, I, a), ADO(103, § 2º), ADPF(102 § 1º), ADC (102, I, a) , ADI interventiva (36, III). CF/88.

naquela comunidade. Este código de edificações, que desconsidera a saúde como elemento essencial, pode ser declarado, então, inconstitucional.

Se o MI (abordado em capítulo próprio), que realiza o chamado “controle difuso”⁷² não pode ser, em tese, manejado, salvo elástica interpretação que entende que no conceito de cidadania também se encontra o conceito de saúde pública, podemos possivelmente contar com a ADO. Vejamos. Na seção, na CF, que trata do STF - Supremo Tribunal Federal acha-se a ADO.

“Art.103. Podem propor a ação direta de inconstitucionalidade e a ação declaratória de constitucionalidade:

§ 2º Declarada a **inconstitucionalidade por omissão** de medida para tornar efetiva norma constitucional, será dada ciência ao Poder competente para a adoção das providências necessárias e, em se tratando de órgão administrativo, para fazê-lo em trinta dias.” (grifo nosso)

Para que isso aconteça será necessário então que 6/11 ministros assim entendam:

Art. 97. Somente pelo voto da maioria absoluta de seus membros ou dos membros do respectivo órgão especial poderão os tribunais declarar a inconstitucionalidade de lei ou ato normativo do Poder Público.

A competência para julgar é do STF:

Art. 102. Compete ao Supremo Tribunal Federal, precipuamente, a guarda da Constituição, cabendo-lhe:

a) a ação direta de inconstitucionalidade de lei ou ato normativo federal ou estadual e a ação declaratória de constitucionalidade de lei ou ato normativo federal;

Levando-se em consideração que a competência é do STF seu uso se torna muito restrito.

Diferente do MI que pode ser manejado por qualquer pessoa física ou jurídica, a ADO só ser manejada por aqueles que estão autorizadas e mais ninguém.

O rol dos autorizados é taxativo:

Art. 103. Podem propor a ação direta de inconstitucionalidade e a ação declaratória de constitucionalidade:

I - o Presidente da República;

II - a Mesa do Senado Federal;

III - a Mesa da Câmara dos Deputados;

IV - a Mesa de Assembléia Legislativa ou da Câmara Legislativa do Distrito Federal;

V - o Governador de Estado ou do Distrito Federal;

VI - o Procurador-Geral da República;

VII - o Conselho Federal da Ordem dos Advogados do Brasil;

VIII - partido político com representação no Congresso Nacional;

IX - confederação sindical ou entidade de classe de âmbito nacional.

⁷²Compreende-se como controle difuso é aquele realizado por qualquer juízo ou tribunal.

O que se observa é que a ADO pode ser manejada. Acentue-se que nenhum julgamento de ação direta de inconstitucionalidade ocorrerá antes que seja ouvido o MPF e a Advocacia Geral da União (AGU). Art. 103:

§ 1º O Procurador-Geral da República deverá ser previamente ouvido nas ações de inconstitucionalidade e em todos os processos de competência do Supremo Tribunal Federal.

§ 3º Quando o Supremo Tribunal Federal apreciar a inconstitucionalidade, em tese, de norma legal ou ato normativo, citará, previamente, o Advogado-Geral da União, que defenderá o ato ou texto impugnado.

Ou seja, depois de transpor todas essas barreiras poderá a sociedade alertar o Legislativo federal de que uma lei não foi editada.

Diferentemente do MI a ADO tem uma lei regulamentadora: Lei 9.868/1999, que dispõe sobre o processo e julgamento da ação direta de inconstitucionalidade e da ação declaratória de constitucionalidade perante o Supremo Tribunal Federal. Também diferentemente do MI a ADO admite medida cautelar.

Embora seja um fabuloso instrumento para reclamar pela inexistência de comando normativo este não pode ser manejado livremente pela sociedade. Os legitimados são poucos e não poderia, obviamente, ser estendido a todos, senão toda a sociedade inundaria o STF com chuva de ações alegando ausência de norma para seu direito. O STF não faria outra coisa. Seus 11 membros não daria conta de possíveis milhares ou milhões de ações.

Os legitimados, por sua vez, estão bem distantes da sociedade. Dificilmente um cidadão ou grupo de cidadãos poderia se utilizar deste instrumento para provocar o Judiciário para que este apresentasse solução para uma demanda que não tem preceito normativo positivado.

Se moradores de um edifício residencial, incomodados por alta incidência de câncer de pulmão, caso desconfiassem da concentração de Rn nas suas unidades habitacionais e atestassem através de laudo pericial a presença deste elemento químico seguramente teriam dificuldade na reparação civil e seguramente teriam dificuldade em propor aos legitimados para a ação que representassem perante o STF seus anseios.

Os legitimados, necessariamente poucos, representam normalmente o interesse de suas classes.

No que tange a ADO, possivelmente poucas ações são manejadas nesta seara. Provavelmente poucas ADOs foram manejadas pelos legitimados que estão, em tese, mais próximos da sociedade, que são os dos incisos VIII e IX do art. 103. A capilaridade dos dois últimos legitimados não seria suficiente para perceber os anseios dos moradores do hipotético edifício acima.

2.6.6 O Mandado de Injunção

Introduzido igualmente pela CF/88, o Mandado de Injunção (MI), é um dos 6 remédios constitucionais posto a serviço do cidadão para o exercício de garantias sociais.

No que pese todo arcabouço jurídico pátrio com vasta legislação que abraça infindável matéria, a legislação não é absolutamente completa. Não poderia ser completa. As relações sociais, a vida, as demandas podem ser imprevisíveis e a atividade legislativa pode não suprir todas as necessidades da vida humana. Sabe-se, e é de domínio público, que o legislativo brasileiro em todas as suas esferas é bastante criativo. O país encontra-se a pleno vapor na produção de leis não se tendo precedentes acerca desta legiferante lavra. Embora tudo isso seja muito verdadeiro, as transformações sociais, por vezes, requisitam cobertura legal que demora muitos e muitos anos para se perfazer.

O sistema jurídico brasileiro é bastante positivista, ou seja, é baseado, essencialmente, em normas escritas. Por normas escritas devemos compreender aquelas que o legislador prescreveu. Embora seja positivista, não é exclusivamente positivista, pois a doutrina também é fonte do direito. Nosso sistema jurídico embora bastante completo vai apresentar sempre situações em que o sistema não conseguirá satisfazer as necessidades.

Sabendo disso o próprio sistema prescreveu fórmulas para sua auto completude, ou seja, para que a julgador e o jurisdicionado não ficasse à mercê.

Encontramos, por exemplo, o Decreto-Lei nº 4.657/1942, agora denominado Lei de Introdução às normas do Direito Brasileiro. Nesta norma encontramos uma solução para os casos em que haja ausência de normas editadas pelo Legislativo.

“Art. 4º. Quando a lei for omissa, o juiz decidirá o caso de acordo com a analogia, os costumes e os princípios gerais de direito.”

Este artigo 4º é um dos mais impactantes de toda legislação brasileira. Deu ao magistrado gigantesca liberdade para julgar, pois apontou os passos a serem seguidos quando vazios forem encontrados.

Lacunas podem ser preenchidas, lacunas podem ser criadas. A margem de interpretação aumenta ou diminui segundo a subjetividade de cada um, tanto do julgador quanto do jurisdicionado. E foi mais além o Decreto-Lei nº 4.657/1942:

“Art. 5º Na aplicação da lei, o juiz atenderá aos fins sociais a que ela se dirige e às exigências do bem comum.”

Este artigo 5º estabelece uma esfera de ação da atividade do magistrado dando a ele, inclusive, o poder de fazer algo bastante subjetivo: reconhecer os fins sociais da norma com visão na coletividade. Deu ao magistrado, portanto, o poder de fazer justiça social, que é, por sua vez, algo ideológico, político, enfim, muito subjetivo.

Em outro exemplo de normas encontramos um rol de possibilidades ainda maior. Trata-se das maneiras de se solucionar um caso concreto a partir de uma sequência de procedimentos para que os jurisdicionados não fiquem sem a prestação jurisdicional. Art. 8º e seu parágrafo único foram mais longe que o Decreto-Lei 4.657/1942 tendo alcance sobre fontes subsidiárias.

“Art. 8º - As autoridades administrativas e a Justiça do Trabalho, na falta de disposições legais ou contratuais, decidirão, conforme o caso, pela jurisprudência, por analogia, por equidade e outros princípios e normas gerais de direito, principalmente do direito do trabalho, e, ainda, de acordo com os usos e costumes, o direito comparado, mas sempre de maneira que nenhum interesse de classe ou particular prevaleça sobre o interesse público.

Parágrafo único - O direito comum será fonte subsidiária do direito do trabalho, naquilo em que não for incompatível com os princípios fundamentais deste.”

Ressalte-se que o sistema jurídico brasileiro não estabelece qualquer hierarquia entre lei, doutrina e jurisprudência. O livre convencimento do magistrado é o princípio maior em que se esteia a magistratura.

Em um breve parêntesis, é notável, no campo de estudo que aqui se apresenta o papel do direito comparado. Embora seja desprovido de coercibilidade e obrigatoriedade (característica das normas públicas) este tem caráter elevado nos tribunais superiores e em especial no STF, que de forma recorrente em seus julgados tem sido prestigiado. Assim uma demanda, de natureza constitucional, pode ser debatida à luz do direito estrangeiro trazendo-o para aclarar aquilo, que por

casualidade, requeira esclarecimento. A legislação estrangeira pode, no máximo, ingressar no debate jurídico, mas não no ordenamento, entretanto o ordenamento se aprimora a partir das influências que recebem os seus operadores e legisladores.

Como se não bastasse tudo isso, o legislador constitucional de 1988 estabeleceu no Título dos Direitos e Garantias Fundamentais o instrumento do MI. Injunção é imposição. É uma obrigação imposta.

“Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

LXXI - conceder-se-á **mandado de injunção** sempre que a falta de norma regulamentadora torne inviável o exercício dos direitos e liberdades constitucionais e das prerrogativas inerentes à nacionalidade, à soberania e à **cidadania**;" (grifos nossos)

Observe-se que o inciso LXXI se refere à ausência de norma que regulamente o exercício de direitos relativos à nacionalidade, soberania e cidadania.

Saúde não se confunde, na hermenêutica constitucional, em tese, à cidadania. Neste sentido não é possível usar este remédio constitucional para exigir do Judiciário o usufruto de direitos.

A Lei 8.038/90, que institui normas procedimentais para os processos que especifica, perante o Superior Tribunal de Justiça e o Supremo Tribunal Federal, estabeleceu que o procedimento será o mesmo do Mandado de Segurança (MS):

“Art. 24 - Na ação rescisória, nos conflitos de competência, de jurisdição e de atribuições, na revisão criminal e no mandado de segurança, será aplicada a legislação processual em vigor.

Parágrafo único - No mandado de injunção e no habeas data, serão observadas, no que couber, as normas do mandado de segurança, enquanto não editada legislação específica.”

Ainda não foi editada norma específica. Por enquanto o MI continua sendo um MS com o nome de MI, embora com fundamento próprio.

O MS tem sede constitucional. Art 5º.

“LXIX - conceder-se-á mandado de segurança para proteger direito líquido e certo, não amparado por habeas corpus ou habeas data, quando o responsável pela ilegalidade ou abuso de poder for autoridade pública ou agente de pessoa jurídica no exercício de atribuições do Poder Público;

O MS foi regulamentado pela Lei 12.016/2009. Conclusão, o MI não se presta para buscar a prestação jurisdicional para a regulamentação, qualquer que seja ela, da exposição humana ao radônio.

A ausência de normas poderá contar, no máximo, com o livre convencimento do magistrado, mas não com um instrumento para isso.

Caso fosse possível, a competência para julgar seria do: STF:

Art. 102. Compete ao Supremo Tribunal Federal, precipuamente, a guarda da Constituição, cabendo-lhe:

I - processar e julgar, originariamente:

q) o mandado de injunção, quando a elaboração da norma regulamentadora for atribuição do Presidente da República, do Congresso Nacional, da Câmara dos Deputados, do Senado Federal, das Mesas de uma dessas Casas Legislativas, do Tribunal de Contas da União, de um dos Tribunais Superiores, ou do próprio Supremo Tribunal Federal;

Do STJ:

“Art. 105. Compete ao Superior Tribunal de Justiça:

I - processar e julgar, originariamente:

h) o mandado de injunção, quando a elaboração da norma regulamentadora for atribuição de órgão, entidade ou autoridade federal, da administração direta ou indireta, excetuados os casos de competência do Supremo Tribunal Federal e dos órgãos da Justiça Militar, da Justiça Eleitoral, da Justiça do Trabalho e da Justiça Federal;”

A Constituição do Estado da Bahia, que é de 05/10/1989, não foi omissa pelo menos no tocante à previsão da existência do MI:

“Art. 123 - Compete ao Tribunal de Justiça, além das atribuições previstas nesta Constituição:

g) os mandados de injunção, quando a elaboração da norma regulamentadora for atribuição do Governador do Estado, da Assembléia Legislativa, de sua Mesa, dos Tribunais de Contas, do Prefeito da Capital ou do próprio Tribunal de Justiça, bem como de autarquia e fundação pública estadual;”

Além das limitações impostas ao Mandado de Injunção pelo comando constitucional (nacionalidade, soberania e cidadania) não se tem uma regulamentação. O instrumento constitucional carece, quase 3 (três) décadas depois, de uma norma que diga como deve o Judiciário agir quando faltam normas.

Segundo Lenza (2009, p. 738) a concessão do MI exige a necessidade do gozo de um direito constitucional de eficácia limitada. Neste sentido a figura do MI tem sua possibilidade admitida se saúde, meio ambiente, fossem considerados, pelo julgador, como direitos exigíveis.⁷³

⁷³As normas de eficácia limitada, também chamadas de normas programáticas, são relativamente exigíveis. A recepção da questão depende muito da jurisprudência do tribunal. A cultura do tribunal é determinante para que uma ação constitucional seja acolhida ou não.

Os efeitos do MI são controversos e variam muito. Lenza (2009, p. 740-741) elenca 4 possibilidades para os efeitos práticos da obtenção do MI, dentre estas está a possibilidade de o Judiciário fixar prazo para que o Legislador crie a lei lacunosa, e na hipótese negativa, o próprio Judiciário concederá aquilo que o pleiteante demanda. Nesta hipótese o Judiciário supre a ausência de norma e a inércia do Legislador.

Pode-se dizer por este raciocínio que o MI poderia ser buscado para questionar a inexistência de uma norma que regule a exposição humana ao radônio. Se o legislador não assim o fizer um negócio jurídico poderia ser considerado defeituoso.⁷⁴

Moraes (2009, p.172) anota que “o mandado de injunção pressupõe a existência de nexo de causalidade entre a omissão normativa do Poder Público e a inviabilidade do exercício de direito, liberdade ou prerrogativa”.

Machado (2000, p.70), insigne constitucionalista, é mais generoso e afirma que o MI pode ser usado largamente. Nesta passagem depreende-se seu entendimento:

Preferimos acolher a tese defendida por aqueles que sustentam que os direitos tutelados pela injunção são todos os enunciados na Constituição que reclamam a *interposição legislatoris* como condição de fruição do direito ou da liberdade agasalhada.

O MI, pelo que foi visto não se presta ao exercício de direitos relativos à saúde e ao meio ambiente como direitos de eficácia plena, no que pese entendimento contrário, exceto se na definição do conceito de **cidadania** houver de amplificá-lo a ponto de se incluir um destes elementos retro.

2.6.7 O Mandado de Segurança Coletivo

Previsto na CF/88, o Mandado de Segurança Coletivo (MSC) foi outro instrumento introduzido pela CF/88. Art. 5º, LXX:

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

LXX - o mandado de segurança coletivo pode ser impetrado por:

⁷⁴Defeituosos são os negócios jurídicos listados no art. 166. Exemplifica-se aqui: Art. 166. É nulo o negócio jurídico quando: VII - a lei taxativamente o declarar nulo, ou proibir-lhe a prática, sem cominar sanção. (CC/2002 e CDC, art., 18, § 6º, III).

- a) partido político com representação no Congresso Nacional;
- b) organização sindical, **entidade de classe** ou associação legalmente constituída e em funcionamento há pelo menos um ano, em defesa dos interesses de seus membros ou associados; (grifo nosso)⁷⁵

A relação dos legitimados prende o instrumento a determinados grupos, mas lança luz sobre todos: uma organização sindical poderia se legitimar à Ação mandamental em face do Ministério do Trabalho para pleitear em favor de seus afiliados e/ou de seus representados melhoria nas condições laborais em razão de iminente risco à saúde provocado pelo direito líquido e certo à fiscalização quanto a fornecimento de equipamento que proteja a classe contra os riscos da exposição ocupacional ao radioelemento em tela. Poder-se-ia ver impetrado o MSC entidade classe, tal qual o CONFEA para ver suspender um alvará que autoriza a construção de empreendimento sobre jazida sabidamente representativa de risco para a saúde em razão de exposição excessiva ao elemento, aqui objeto de estudo. Poder-se-ia por fim se ver impetrado um MSC por associação de consumidores que pressentindo a proximidade com o radônio vê-se compelida a representar em favor de seus pares pleiteando do órgão municipal medidas quanto à aferição de radônio em razão de fundado receio de que parte de seus membros apresenta quadro de saúde associado ao radônio em um condomínio comercial.

Moraes (2009, p. 163) apresenta o MSC como o instrumento que terá:

por objeto a defesa dos mesmos direitos que podem ser objeto do mandado de segurança individual, porém direcionado à defesa dos interesses coletivos em sentido amplo, englobando os direitos coletivos em sentido estrito, os interesses individuais homogêneos e os interesses difusos, contra ato ou omissão ilegais ou com abuso de poder de autoridade, desde que presentes os atributos da liquidez e certeza.

Mancuso (1991, p. 65) define os interesses difusos protegidos pelo MSC como sendo:

interesses metaindividuais que, não tendo atingido o grau de agregação e organização necessário à sua afetação institucional junto a certas entidades ou órgãos representativos dos interesses já socialmente definidos, restam em estado fluido, dispersos pela sociedade civil como um todo (v.g., o

⁷⁵O MSC se dá por substituição processual. Neste caso as entidades legitimadas são substitutas processuais, pois não representam seus próprios interesses, mas os interesses do grupo (todo ou parte) que representa. “Em se tratando de mandado de segurança coletivo, esta Corte já firmou o entendimento de que, em tal caso, a entidade de classe ou a associação é parte legítima para impetrá-lo, ocorrendo, nesse caso, substituição processual. Na substituição processual, distingue-se o substituto como parte em sentido formal e os substituídos como partes em sentido material, por serem estes, embora não integrando a relação processual, titulares do direito que, em nome próprio, é defendido pelo substituto.” (Rcl 1.097-AgR, Rel. Min. Moreira Alves, DJ 12/11/99).

interesse à pureza do ar atmosférico), podendo, por vezes, concernir a certas coletividades de conteúdo numérico indefinido (v.g., os consumidores). Caracterizam-se: pela indeterminação dos sujeitos, pela indivisibilidade do objeto, por sua intensa litigiosidade interna e por sua tendência à transição ou mutação no tempo e no espaço.

Apesar de parte da doutrina, tal qual o entendimento do eminente autor acima, estabelecer uma linha que margeia o MSC por periferia bem larga, a jurisprudência dos tribunais superiores e especialmente do STF tem sido no sentido de dar uso muito estreito ao instrumento.⁷⁶ Nesse sentido a possibilidade do direito e a iminência do dano são relativizadas quando a causa se transporta do plano individual para o coletivo.⁷⁷

2.7 O MINISTÉRIO PÚBLICO COMO *CUSTOS LEGIS E PARS*

É importante verificar o quanto a atuação dos MPs (Ministérios Públicos) pode ser útil no sentido de proteger a sociedade dos riscos que envolvem a ausência da legislação no que diz respeito ao que aqui é objeto de estudo.

A CF/88 estabeleceu no art. 129 as funções do MP:

Art. 129. São funções institucionais do Ministério Público:

III - promover o inquérito civil e a ação civil pública, para a proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos;

IX - exercer outras funções que lhe forem conferidas, desde que compatíveis com sua finalidade, sendo-lhe vedada a representação judicial e a consultoria jurídica de entidades públicas.

§ 1º - A legitimação do Ministério Público para as ações civis previstas neste artigo não impede a de terceiros, nas mesmas hipóteses, segundo o disposto nesta Constituição e na lei.

Embora seja um rol taxativo a Lei Complementar 75/1993 (LC) dos ministérios públicos vai além e destrincha, descendo a minudências, os 9 incisos do artigo 129.

Podemos dizer que a LC 75/1993 descendo a minudências poderá ser um instrumento na defesa de direitos individuais e/ou coletivos, difusos, mas nunca será

⁷⁶“O mandado de segurança coletivo — que constitui, ao lado do writ individual, mera espécie da ação mandamental instituída pela Constituição de 1934 — destina-se, em sua precípua função jurídico-processual, a viabilizar a tutela jurisdicional de direito líquido e certo não amparável pelos remédios constitucionais do habeas corpus e do habeas data. Simples interesses, que não configurem direitos, não legitimam a válida utilização do mandado de segurança coletivo.” (MS 21.291 AgR-QO, Rel. Min. Celso de Mello, DJ 27/10/95)

⁷⁷São condições para o Mandado de Segurança: *fumus boni iuris* (previsibilidade normativa) e o *periculum in mora* (risco pela demora).

uma solução estável, pois se aplica a casos concretos ou a situações específicas de caráter local ou transitório. A necessidade de uma norma persistirá.

A virtude de um sistema de leis está na segurança jurídica, na sua capacidade de ser regra estável.

Por mais importante que seja a atuação dos MPs jamais poderá oferecer segurança jurídica qualquer de suas conquistas da mesma forma que uma legislação, especialmente uma legislação federal.

Os MPs atuam, dentre outras oportunidades, quando os interesses da sociedade são afetados. A falta de legislação em si não é uma razão para atuação dos MPs, que para isso passa a atuar propugnando perante o Judiciário ou perante a administração pública ou privada demandas que foram alcançadas pela via imediata e direta.

Como *custos legis* (fiscal da lei) cabem aos MPs a defesa do direito daqueles que, à luz dos dispositivos existentes, foram desprovidos do que seria, socialmente, justo.

Os MPs não se furtam também em atuar quando a lei não é clara. As atribuições dos MPs foram muito ampliadas e estão em constante processo de expansão especialmente no campo dos direitos coletivos e difusos. Estas duas expressões podem abraçar vasto espectro da ação humana.

Quanto a este campo os direitos difusos e os individuais homogêneos nos interessam mais.

Os direitos difusos são aqueles tocantes a uma coletividade indeterminada e se relacionam com o bem-estar coletivo.

Os direitos individuais homogêneos dizem respeito ao indivíduo, mas dizem respeito a vários indivíduos como interesse comum. Não cabem aos MPs a defesa, em tese, de interesses puramente individuais.

O problema da saúde pública provocado pela ausência de legislação da casuística do Rn trata-se, certamente, de interesse difuso plenamente atingido pela ação do MP. Como *custos legis* seu poder de atuação está claro.

“Art. 127. O Ministério Público é instituição permanente, essencial à função jurisdicional do Estado, incumbindo-lhe a defesa da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais e individuais indisponíveis.”

Em consulta à base de dados do Ministério Público do Estado da Bahia (MP/BA), do MPF não se encontram um só Inquérito Civil Público aberto para investigar possíveis danos à saúde humana relacionado com o radionuclídeos.

Na base de dados dos retrocitados MPs não foram encontrados, por sua vez, um só registro de TAC que tenha relação com o radionuclídeos.

Os Ministérios Públicos brasileiros têm se destacado, especialmente, após 1988, na defesa de direitos sociais (coletivos, difusos) de forma bastante diferenciada do período anterior.

A sociedade tem reclamado a aquisição dos novos direitos sociais. A legislação, lamentavelmente, não acompanha nem deve acompanhar os anseios da sociedade sempre. Toda boa lei deve ser duradoura e previsível.

Os MPs por sua vez tem se tornado a caixa de ressonância desses anseios sociais. O art. 129 da CF/88, retro citado confere as MPs tantas possibilidades que, se discute muito, se os MPs são um novo Poder. Alguns autores de destaque renome afirmam que os MPs são o 4º Poder. A tripartição dos poderes públicos estabelecida por Montesquieu em “O espírito das Leis”, não tocou nessa instituição, mesmo porque, à sua época não se conhecia bem este papel.

A vastidão de possibilidades confere aos MPs tanto poder que é possível, sem sombra de dúvidas, afirmar, sem buscar inovar em literatura que os MPs têm poder para fazer o Executivo obrigar-se perante a coletividade até em matéria que o Legislativo não criou.

Os MPs, em razão das subjetividades dos conceitos de direitos sociais, difusos, coletivos, zelar por direitos, etc., podem determinar a filosofia da Administração Pública.

O MPT, por exemplo, pode exigir judicialmente ou extrajudicialmente (Inquérito Civil) que uma empresa privada forneça determinado EPI (através de um TAC, que é um Termo de Ajuste de Conduta) se a literatura indicar que aquele equipamento é necessário para salvaguardar a saúde um grupo de trabalhadores específicos.

O grande problema da ação dos MPs situa-se no universo de atingidos. A ação dos MPs através de seus principais instrumentos (Inquérito Civil e Ação Civil Pública) tem alcance limitado. Somente o Legislador pode dar amplitude às normas.

As normas ganham amplitude quando são elaboradas pelo Legislativo, especialmente o federal.

Nascem as normas de diversas maneiras. A ação insistente dos MPs acaba criando uma cultura determinada. Daí brotar um projeto de lei por parte do legislativo ou do executivo é uma consequência natural.

Até o presente momento o tema sobre o qual nos debruçamos não faz parte das preocupações dos MPs. Certamente um dia será. Quando for, passará, se persistente, à cultura referida no parágrafo anterior.

O Direito em parte nasce do costume e que pode se tornar lei escrita. O uso e o desuso também fazem o Direito. Consuetude e dessuetude fazem as normas, escritas ou não, inclusive num sistema jurídico essencialmente escrito como o brasileiro.

Estas novas funções dos MPs nasceram em parte da interpretação dada ao comando constitucional a partir de demandas que sequer eram conhecidas em 1988. A dinâmica da sociedade gera interpretações imprevisíveis. Se a sociedade demandar aos MPs algo novo, certamente este poderá ser esteio para isto.

Ao que parece a sociedade ainda não despertou para o mal que a exposição ao Rn causa. Se houver uma conscientização da sociedade, que normalmente começa com causas isoladas, se esta se transformar em algo maior esta demanda poderá despertar o Legislador que poderá, após os trâmites da casa, transformar o anseio em regulamentação.

Até a demanda se transformar em regulamentação pelo despertar mediado pelas ações dos MPs, os MPs podem ecoar aquilo que a sociedade quer.

A ação dos MPs pode mitigar a exposição ao Rn em condições de trabalho inadequadas. Pode também estabelecer em um TAC que a construção civil se adapte a protocolos arquitetônicos que visem à qualidade do ar no ambiente residencial, de trabalho, etc.

Poderá também os MPs exigir judicialmente que sejam modificadas as instalações escolares para que o ambiente tenha salubridade em razão do Rn, para o educandos que permanecem 800h em 200 dias letivos confinados num espaço normalmente fechado não sejam vitimados.

É de se ressaltar que os MPs em todas as suas unidades federativas possuem uma promotoria especializada em meio ambiente e outra especializada em defesa

da infância e da adolescência, mas ao que se sabe nenhuma delas até hoje promoveu uma Ação Civil nem Inquérito Civil, nem mesmo TAC, em relação aos possíveis males causados pelo Rn.

Talvez falte à sociedade, esclarecimento. Talvez faltem aos MPs, demandas.

O ideal é que a sociedade possa dispor de uma legislação que estabeleça regras claras acerca da exposição humana. Essa legislação passará, em razão da sua própria natureza, a ser de observação obrigatória.

Não é bom depender eternamente da missão dos MPs que, não raras vezes, para instaurar uma Ação Civil precede-a com delongado Inquérito Civil onde é colhida, não raras vezes, a versão que se quer fundamentar.

2.8 O VÍCIO OCULTO E RESPONSABILIDADE CIVIL

Lisboa (2009, p. 209) chama de responsabilidade civil ao “dever jurídico de recomposição do dano sofrido, imposto ao seu causador direto ou indireto”. Não passa a responsabilidade civil de uma “relação obrigacional cujo objeto é o ressarcimento”, no dizer do mesmo autor. Pode-se dizer, efetivamente, que a responsabilidade civil, que é instituto referência do direito civil, tem basicamente dois objetivos: 1) garantir o direito do lesado; 2) servir como sanção civil.

É pressuposto da reparação civil, na matéria sob exame, o que foi insculpido no artigo 186 do próprio Código Civil de 2002 (CC/2002):

Art. 186. Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito.

Desenhando-se a ilicitude, irrompe-se a reparação. Essa é uma das funções do direito civil. O ato ilícito é aquele nas palavras de Lisboa (2009, p. 210) cometido em desconformidade com o ordenamento jurídico. Pode-se dizer que um construtor imobiliário comete ato ilícito ao construir um imóvel sem atentar-se para a emanção de radônio? Pode-se dizer que o fabricante de materiais de construção comete ato ilícito ao colocar no mercado materiais de construção sem a prévia inspeção para a emanção do radônio? Pode-se dizer que o Poder Público comete ato ilícito a conceder um alvará autorizador de condições favoráveis à habitabilidade de um imóvel sem que o construtor tenha apresentado laudos para a salubridade quanto ao radônio? Às duas primeiras perguntas uma possível resposta será discutida aqui. À

última pergunta a resposta é **não** em razão do princípio da legalidade (CF/88, art. 37, caput)⁷⁸ pelo qual a administração pública está adstrita meramente àquilo que tem expressa previsão.

No entendimento de Lisboa (2009, p. 212-215) um ato ilícito depende da simultaneidade de 4 fatores: 1) conduta pessoal do agente pessoa física ou jurídica; 2) violação de um dever jurídico; 3) prejuízo; e 4) imputabilidade (decorrente do conhecimento acerca do resultado de sua ação). As concurrências destes elementos engendram o ato que o direito civil combate.

O Código Civil (CC/2002) introduziu a responsabilidade civil sem culpa⁷⁹. Vê-se no art. 927, parágrafo único. Esta modalidade abre para várias possibilidades. A título meramente especulativo poder-se-ia dizer que um construtor tem obrigação de reparar mesmo que não tenha culpa a um morador de um imóvel por ele construído em duas situações após se identificar radônio acima dos níveis de alerta: 1) corrigir o problema; 2) indenizar na hipótese de eventos como doenças ou morte.

A presença de radônio em imóvel levaria, indiscutivelmente, à desvalorização do mesmo. Tais prejuízos são indenizáveis. Serão indenizados se o ordenamento jurídico abraçar esta perspectiva.

Art. 927. Aquele que, por ato ilícito ([arts. 186 e 187](#)), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.

Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, **independentemente de culpa**, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem.

Art. 929. Se a pessoa lesada, ou o dono da coisa, no caso do [inciso II do art. 188](#), não forem culpados do perigo, assiste-lhes o direito à indenização do prejuízo que sofreram.

Art. 930. No caso do [inciso II do art. 188](#), se o perigo ocorrer por culpa de terceiro, contra este terá o autor do dano ação regressiva para haver a importância que tiver ressarcido ao lesado. (grifo nosso)

Art. 931. Ressalvados outros casos previstos em lei especial, os empresários individuais e as empresas respondem independentemente de culpa pelos danos causados pelos produtos postos em circulação.

Parágrafo único. A mesma ação competirá contra aquele em defesa de quem se causou o dano ([art. 188, inciso I](#)).

Art. 942. Os bens do responsável pela ofensa ou violação do direito de outrem ficam sujeitos à reparação do dano causado; e, se a ofensa tiver mais de um autor, todos responderão solidariamente pela reparação.

Parágrafo único. São solidariamente responsáveis com os autores os co-autores e as pessoas designadas no [art. 932](#).

⁷⁸Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência e, também, ao seguinte: [\(Redação dada pela Emenda Constitucional nº 19, de 1998\)](#)

⁷⁹É a chamada responsabilidade objetiva.

Art. 943. O direito de exigir reparação e a obrigação de prestá-la transmitem-se com a herança.

Da imprescindível leitura os artigos retrocitados expressam a vontade do legislador em não excluir situações que sejam desfavoráveis ao hipossuficiente (consumidor).

Lisboa (2009, p. 270-271) de forma crassa estabeleceu como possibilidade de reparação o chamado “risco exacerbado”. Mais uma vez a título meramente hipotético poder-se-ia dizer que o imóvel construído sob uma rasa jazida de urânio exposta pela estrutura de sustentação poderá expor aos moradores a perigo de dano. Este raciocínio é análogo ao exemplo de Lisboa (2009, p. 271).

Dever-se-ia, ainda, estabelecer a responsabilidade por risco exacerbado no transporte e manipulação de material proveniente de energia nuclear, o que não é incomum em aparelhos médicos e hospitalares. Um exemplo brasileiro que deve ser evitado é o acidente ocorrido em Goiânia, ante a exposição de pessoas em um lixão do material nuclear Césio-137, cujo aparelho médico havia sido ali abandonado.

Lisboa (2009, p. 278) denomina a responsabilidade civil do construtor como da espécie subjetiva aquiliana extracontratual. Decorre esta tão só da verificação do dano patrimonial ou até mesmo moral, bastando que bem jurídico seja ofendido, mesmo que não seja dolosamente, constatada a negligência ou a imprudência.

No exercício da especulação pode-se dizer que um construtor civil, sabendo que o subsolo de um imóvel é zona passível de encontrar minerais que abrigam em sua composição o elemento sob apreço e não checando os seus riscos e, especialmente, a emanção, terá, no mínimo sido negligente. Se manuais recomendam a inspeção e não o faz, agiu por imprudência. Em ambas as hipóteses haverá cometido um ato culposos.

Por outro lado ainda é aplicável ao objeto de estudo a responsabilidade subjetiva pós-contratual. Concebe-se esta como a obrigação de prestar assistência técnica após a extinção do vínculo contratual. Conhecida pelo brocardo *culpa post pactum finitum* implica em uma garantia sem prazo nascida em razão de um negócio jurídico um dia estabelecido (LISBOA, 2009, p. 280).

Da leitura do CC/2002 infere-se que mesmo não exauriu as possibilidades da responsabilidade civil. Com relação à responsabilização dos empreiteiros e construtores chama atenção o art. 618. O mencionado artigo pode ser entendido num sentido muito mais largo do que estreita hermenêutica possibilita. O ex-

magistrado e autor, Venosa (2007), à luz do atual código maior de direito privado afiança a tese da ampliação do uso do supradito artigo, abaixo transcrito: “ Na verdade, **todo defeito** que compromete a destinação normal do edifício inclui-se na garantia de cinco anos” (VENOSA, 2007, p. 263).⁸⁰

Na mesma seara do direito privado encontra-se o instituto do chamado vício redibitório ou do vício oculto⁸¹. Nas palavras do eminente Fiuza (2009, p. 462) o vício redibitório “é aquele defeito oculto que contém a coisa, objeto de contrato oneroso, que a torne imprópria ao uso, ou lhe prejudique o valor”. Então, em silogismo simples, constatando-se a presença de concentração crítica de radônio em um imóvel, comprova-se o vício oculto.

Art. 441. A coisa recebida em virtude de contrato comutativo pode ser enjeitada por vícios ou defeitos ocultos, que a tornem imprópria ao uso a que é destinada, ou lhe diminuam o valor.

Art. 445. O adquirente decai do direito de obter a redibição ou abatimento no preço no prazo de trinta dias se a coisa for móvel, e de um ano se for imóvel, contado da entrega efetiva; se já estava na posse, o prazo conta-se da alienação, reduzido à metade.

§ 1º Quando o vício, por sua natureza, só puder ser conhecido mais tarde, o prazo contar-se-á do momento em que dele tiver ciência, até o prazo máximo de cento e oitenta dias, em se tratando de bens móveis; e de um ano, para os imóveis.

A interpretação que Fiuza (2009, p. 464) faz é de que tanto o CC/2002 quanto no CDC de 1990 o vício oculto é uma moldura onde pode ser colocado qualquer quadro. No entendimento de Fiuza (2009, p. 464) o conceito de vício oculto do CDC incorporou o conceito homólogo do CC/2002. De sua própria locução extrai-se esta interpretação.⁸²

Em se falando do CDC necessário dizer que a aquisição de um imóvel se dá através de uma relação de consumo. Nívea é a observação do CDC no que diz respeito ao compromisso do fornecedor, e o construtor imobiliário o é, com o

⁸⁰Art. 618. Nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante o prazo irredutível de cinco anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais, como do solo. Parágrafo único. Decairá do direito assegurado neste artigo o dono da obra que não propuser a ação contra o empreiteiro, nos cento e oitenta dias seguintes ao aparecimento do vício ou defeito.

⁸¹Vícios redibitórios – “São os defeitos, ocultos, desconhecidos do comprador, que tornam a coisa imprópria ao uso a que é destinada, ou lhe diminuem de tal sorte o valor que o comprador, se os tivesse conhecido, não compraria a coisa, ou daria por ela menor valor” (LIMA, Otto de Souza. Teoria dos vícios redibitórios. São Paulo: Francisco Alves, 1965). Clóvis Beviláqua conceitua da seguinte maneira: “Os defeitos ocultos que tornam a coisa imprópria para o uso a que é destinada, ou que a fazem de tal modo frustrânea que o contrato se não teria realizado, se fossem conhecidos” (CC, art. 1.101 a 1.103). (SANTOS, 2001).

⁸²CDC. Art. 26. § 3º Tratando-se de vício oculto, o prazo decadencial inicia-se no momento em que ficar evidenciado o defeito.

consumidor final. No capítulo sobre a proteção à saúde e segurança, o CDC expressamente deixou claro que:

Art. 10. O fornecedor não poderá colocar no mercado de consumo produto ou serviço que **sabe ou deveria saber** apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança.

§ 1º O fornecedor de produtos e serviços que, posteriormente à sua introdução no mercado de consumo, tiver conhecimento da periculosidade que apresentem, deverá comunicar o fato imediatamente às autoridades competentes e aos consumidores, mediante anúncios publicitários.

§ 2º Os anúncios publicitários a que se refere o parágrafo anterior serão veiculados na imprensa, rádio e televisão, às expensas do fornecedor do produto ou serviço.

§ 3º Sempre que tiverem conhecimento de periculosidade de produtos ou serviços à saúde ou segurança dos consumidores, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão informá-los a respeito. (grifo nosso)

A construção civil imobiliária é um serviço cujo fornecimento é tutelado pelo CDC. Ou seja, o construtor imobiliário que negocia licitamente suas unidades, se vincula integralmente ao que dele resultar. Se em tempo póstero revelar-se o imóvel portador de concentração crítica de radônio, por exemplo, deve o fornecedor efetuar as determinações do artigo acima transcrito.

Estribadas no CDC e/ou no CC são viáveis, ao menos no plano hipotético, as teses do desfazimento de negócio jurídico, da indenização, da obrigação de fazer, a partir da apuração de elevada taxa de concentração de radônio doméstico.⁸³

Desta forma o negócio jurídico compra/venda poderia ser desfeito se a concentração de radônio fosse atestada em cujo imóvel foi construído desprezando-se técnicas da construção civil que, por sua vez, também são normas. Se as técnicas se tornam, pelo menos conceitualmente normas, a segurança jurídica e resposta judicial tornam-se mais claras.

2.9 ORGANISMOS NACIONAIS E SEU PAPEL REGULAMENTADOR

2.9.1 O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

Das atribuições da EPA, com relação ao Rn, nasceram o que aqui se denomina de Código Voluntário de Condutas, que são regras e normas do setor privado ou paraestatal, que atendem a dinâmica da sociedade numa especificidade e velocidade que o poder público não tem condições de atender.

⁸³Neste caso, outra possibilidade de desfazimento no plano do direito privado é a cláusula denominada *pactum comissorium*. É um pacto pelo não cumprimento do prometido. Então um contrato de compra e venda de um imóvel ou um contrato de prestação de serviço pode ser desfeito se dentre suas cláusulas uma delas for expressa quanto a garantias acerca da salubridade.

O setor imobiliário americano se adaptou bem as exigências da EPA com relação à aferição *indoor*. A legislação americana, devido à sintonia entre sociedade e legislador, acompanha os anseios sociais e a sociedade costuma recepcionar bem aquilo que o legislador faz.

O CONFEA, em razão de o ato regulatório ser muito específico, Lei 5.194/66 que regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e que hoje abrange outras categorias não listadas, quais sejam: engenheiros, agrônomos, geólogos, geógrafos, meteorologistas, esta entidade se comporta exclusivamente como um Conselho Profissional também chamado Conselho de Classe. É diferente da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), que tem constitucionalmente uma relação mais imbricada com o poder público.

A Lei 5.194/66, que regulamentou as profissões acima, não adentrou em outros assuntos, tendo permanecido no domínio da estrutura organizacional. Do CONFEA, apenas encontramos remotas passagens que dão conta da preocupação com o bem estar social.

O Código de Ética do CONFEA, por outro lado, em seu **preâmbulo** estabelece que as profissões regulamentadas incorporem os saberes científicos e tecnológicos, portanto, não são estanques. Acompanham o progresso tecnológico e se modificam de acordo com a evolução científico-tecnológica. Reconhecem-se no processo de aperfeiçoamento.

Artigo 4º - As profissões são caracterizadas por seus perfis próprios, pelo saber científico e tecnológico que incorporam, pelas expressões artísticas que utilizam e pelos resultados sociais, econômicos e ambientais do trabalho que realizam.

As profissões regulamentadas pelo CONFEA têm um fim social. O bem-estar é a finalidade do trabalho humano. A construção civil, através da engenharia, das demais ciências abrigadas neste Conselho tem por escopo promover o conforto humano no ambiente em que vive. Para isto, mas apenas teleologicamente, é que existem as profissões. Toda ação humana, legal, legítima, promove o bem comum mesmo que não seja intencionalmente.

Artigo 6º - O objetivo das profissões e a ação dos profissionais volta-se para o bem-estar e o desenvolvimento do homem, em seu ambiente e em suas diversas dimensões: como indivíduo, família, comunidade, sociedade, nação e humanidade; nas suas raízes históricas, nas gerações atual e futura.

Mais do que finalisticamente as profissões devem existir para promover a solução concreta de demandas sociais. As demandas da sociedade devem ser objeto de atendimento concreto.

Dentre os **princípios éticos** do CONFEA:

I) A profissão é bem social da humanidade e o profissional é o agente capaz de exercê-la, tendo como objetivos maiores a preservação e o desenvolvimento harmônico do ser humano, de seu ambiente e de seus valores;

IV) A profissão realiza-se pelo cumprimento responsável e competente dos compromissos profissionais, munindo-se de técnicas adequadas, assegurando os resultados propostos e a qualidade satisfatória nos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos;

VI) A profissão é exercida com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes natural e construído, e na incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores;

Da leitura do preâmbulo e da seção relativa aos princípios éticos, deduz-se que o CONFEA tem um compromisso social, ético, muito forte assumido, mas apenas em termos programáticos. No Regimento, Resolução nº 1015/2006, encontra-se a seguinte passagem:

Art. 2º No desempenho de seu papel institucional, o Confea exerce ações:

IV – **informativas** sobre questão de interesse público;

Art. 3º Compete ao Confea:

XVI – articular com instituições públicas e privadas sobre questões de interesse da sociedade e do Sistema Confea/Crea; (grifo nosso)

Percebe-se que o CONFEA assume um papel muito tímido no tocante a participação em questões de normas públicas. Tal papel deveria ser mais destacado em razão de ser uma entidade autárquica dotada de personalidade jurídica de direito público conforme se autodenomina no art. 1º.

Um órgão de classe, que tem papel fundamental sobre a qualidade de vida da população, poderia abraçar mais competências incluindo aí a competência para estabelecer normas e técnicas referenciais ou até linhas gerais, principiológicas, que orientem os seus profissionais para uma conduta de observância acerca da salubridade ambiental, por exemplo.

As orientações de um conselho de classe não precisa sequer adentrar em minudências, pois assim permitem que todo acréscimo científico seja recepcionado e todas as mudanças científicas também acolhidas se contempladas em lei.

Entretanto o CONFEA não tenha incluído em suas competências quaisquer compromissos específicos, poderia, em razão de uma legislação futura, incluir no rol de suas atribuições o compromisso de desenvolver regulamentos para, descendo em minúcias, se for o caso, fazer protocolos técnicos, capazes de orientar seus profissionais submetidos a segui-los.

Teria, em tese, o CONFEA, aptidão para regulamentar a construção civil imobiliária dizendo os termos de um Código Federal de Obras ou Código Federal de Edificações. A efetivação desta aptidão depende de autorização legal, por lei infraconstitucional.

Essa codificação poderia subsistir de duas formas:

- a) Como norma *interna corporis*, teria o poder de vincular seus profissionais a determinados compromissos, como *v.g.*, a salubridade ambiental para o radônio;
- b) Como norma pública, teria o condão de se aplicar a todos e com toda repercussão característica de uma norma de direito.

Assim, poder-se-ia ter um código de edificações unificado com regras abrangentes. Atualmente os códigos de edificações são municipais.

Os códigos de edificações brasileiros são exclusivamente municipais, embora a competência para legislar seja comum a todos os entes somente o município legisla acerca de edificações. Muitos municípios brasileiros, especialmente os de maior porte, possuem um código municipal de edificações em razão do que dispõe a Constituição:

Art. 30. Compete aos Municípios:
I - legislar sobre assuntos de interesse local;

O benefício social de uma regulamentação para o radônio não é de interesse exclusivamente local. Sua regulamentação não deve ser objeto apenas local, entendido aqui como municipal.

Embora seja, ressalte-se a competência comum, nada impede, portanto, que a União tenha e que as unidades federativas tenham um código de edificações. Em razão da segurança jurídica necessária a esse setor da economia que movimentava volumosos recursos é prudente uma legislação nacional (*interna corporis* ou federal). A CF/88 inclusive não preferiu ou preteriu este ou aquele ente na proteção ao meio ambiente e no combate a poluição. Todos os entes federativos (municípios, estados

e União), de forma comum, podem legislar acerca das questões relacionadas com o meio ambiente e com poluição.

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

IX - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;

Parágrafo único. Leis complementares fixarão normas para a cooperação entre a União e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional. (grifo nossos)

Embora se diga que o arcabouço jurídico não tenha se ocupado desta demanda nascente (regulamentação para o radônio) deve-se dizer também que uma regulamentação desta espécie não seria inconstitucional, haja vista o interesse que o legislador constitucional demonstrou.

A competência entre os entes federados (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) é **comum**, ou seja, não exclui a atuação do outro, portanto a superveniência de uma lei federal não baniria a lei estadual neste caso, pois a competência não é **concorrente**.

Um município tem poder para normatizar a construção visando oferecer um código de edificação com preceitos acerca da salubridade para o radônio, por exemplo.

O CONFEA, diferentemente, não tem poder para standardizar, quando esta normatização é entendida como *erga omnes*, mas tem dever de expedir orientações de natureza instrutiva, informativa.

Avançando na temática da constitucionalidade é possível dizer ainda que o interesse para tratar das questões ambientais e de poluição não foi anotado nem entre as de competência **exclusiva**, indelegável (art. 21, CF/88) nem tão pouco entre as de competência **privativa**, delegável (art. 22, CF/88), portanto no papel da sociedade civil organizada o CONFEA tem, também, o condão de representar os interesses coletivos. Possivelmente, tal qual nos E.U.A. a construção haverá de se adaptar sem traumas a qualquer regulação desta espécie.

2.9.2 O Instituto Nacional de Câncer

Dados de 2013, últimos verificados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dão conta de que o Estado da Bahia, sem detalhar sub-regiões,

0,6% da população baiana encontra-se diagnosticada para qualquer tipo de câncer sendo esta incidência ligeiramente superior em mulheres num percentual 0,7% enquanto que para os homens este percentual é de 0,6% (IBGE, 2013, pp 52-53).

Os dados baianos são bem menores que os dados nacionais que atingem o percentual médio de 1,8% de toda população, o que equivale a 2,7 milhões de pessoas afetadas por algum tipo de neoplasia. Bahia, Acre e Pará, no critério diagnóstico, apresentam o menor índice de todas as UFs, coincidentemente todos estes estados apresentam 0,6% de diagnóstico para todos os tipos.

Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste, nesta ordem, apresentam índices de maior a menor incidência de neoplasia maligna. Possivelmente indicam relação entre desenvolvimento econômico e câncer ou entre maior acesso a saúde e diagnóstico. Os dados do IBGE não consideram quaisquer variáveis, apenas representam o diagnóstico.

Os dados do (IBGE, 2013, p. 53) ainda revelam que o câncer de pulmão, com um intervalo de confiança de 95%, é responsável por 1,6% dos casos entre homens e 1,1% entre mulheres no Brasil, sem distinguir regiões. O principal câncer que afeta o homem brasileiro ainda é o de próstata, responsável por 36,9% dos casos enquanto que as mulheres são afetadas pelo câncer de mama com 39,1% dos casos.

Embora o câncer de pulmão não seja o de maior incidência não é menos preocupante.

Muito provavelmente, e esta informação não passa, aqui, de mera suposição. As políticas de saúde no Brasil priorizam aquilo que é epidêmico. No entanto a incidência revele números relativamente baixos quanto ao câncer de pulmão se comparado com outros tipos este não pode ser negligenciado, especialmente, em razão da alta letalidade.

Para que a saúde alcance, de forma eficiente, seus fins foi criado o Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA). Este instituto tem a função de levar à sociedade o acesso à prevenção e ao tratamento. Neste sentido o papel, redesenhado, do INCA como órgão avançado do Ministério da Saúde tem por função realizar os comandos do artigo 22 do Decreto 8065/2013.

O Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), teve papel definido pelo Decreto 8065/2013 e passou a ter as seguintes funções:

Art. 22. Ao Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva compete:

I - participar da formulação da política nacional de prevenção, diagnóstico e tratamento do câncer;

II - planejar, organizar, executar, dirigir, controlar e supervisionar planos, programas, projetos e atividades, em âmbito nacional, relacionados à prevenção, ao diagnóstico e ao tratamento das neoplasias malignas e afecções correlatas;

III - exercer atividades de formação, treinamento e aperfeiçoamento de recursos humanos, em todos os níveis, na área de cancerologia;

IV - coordenar, programar e realizar pesquisas clínicas, epidemiológicas e experimentais em cancerologia; e

V - prestar serviços médico-assistenciais aos portadores de neoplasias malignas e afecções correlatas.

O INCA, nos dias atuais, desenvolve 6 programas e/ou projetos que são:

1. Controle do Câncer do Colo do Útero
2. Controle do Câncer de Mama
3. Programa Nacional de Controle do Tabagismo
4. Expansão da Assistência Oncológica (Projeto EXPANDE)
5. Programa de Transplante de Medula Óssea
6. Programas de Qualidade em Radiações Ionizantes

Considerado como órgão específico singular do Ministério da Saúde, como se depreende da leitura do artigo 2º, II, a, 8, do mesmo decreto acima parte da Secretaria de Atenção à Saúde, desenvolve hoje o Programa de Qualidade em radiações ionizantes.

Este programa se subdivide em duas ações: 1) Qualidade em Radioterapia (PQRT); 2) Qualidade em Mamografia (PQM).

Infere-se que nenhuma ação, programa ou projeto tem sido elaborado pelo INCA para alertar, combater, educar, quanto ao radônio *indoor*. A instituição que recebeu dentro da estrutura do Ministério da Saúde do Brasil as atribuições legais para “planejar, organizar, executar, dirigir, controlar e supervisionar planos, programas, projetos e atividades, em âmbito nacional, relacionados à prevenção, ao diagnóstico e ao tratamento das neoplasias malignas e afecções correlatas” não implementou nenhum programa relativo ao radônio. É de se acreditar que, de fato, tenha-se priorizado aquelas afecções, apenas, por ser de maior incidência.⁸⁴

⁸⁴Zanchi e Zugno (2012, pp. 312-313) apresentam como integrante de uma política pública aquelas derivadas de recomendações da OMS como necessárias para garantia do esclarecimento coletivo, entre outras: “ que os poderes públicos, em especial os Ministérios de Saúde, intervenham mais energicamente na formulação de políticas de prevenção de riscos, entre outras coisas proporcionando mais apoio na intervenção científica, melhorando os sistemas de vigilância e favorecendo o acesso da informação mundial”.

A maior incidência, opção para ações governamentais, não implicam necessariamente em homenagem ao princípio da eficiência uma vez que há que se considerar o custo/benefício da prevenção e do tratamento. Por custo compreenda-se o custo do erário e o benefício ao paciente. O custo material e o benefício social devem ser ponderados.

O tratamento de câncer de pulmão é muito elevado e sua prevenção é muito barata. Há que se considerar nas políticas de saúde pública a prevenção ao radônio como forma de diminuição considerável de gastos.

Destaca-se que a neoplasia maligna de pulmão tem baixíssima expectativa de sobrevida, dados vistos noutra seção desta dissertação. No Brasil, 92% do câncer de pulmão são diagnosticados tardiamente e a relação custo/benefício decai mais ainda uma vez que se gasta muito para baixíssima eficiência. KNUST (2015, p. 42), em dissertação acerca dos custos honrados pelo SUS, nos traz que:

Quanto ao estágio clínico, 92% dos pacientes com câncer de pulmão foram diagnosticados com estádios III e IV, configurando o pior prognóstico e sobrevida. No que se refere aos custos medianos por estadiamento, os custos dos pacientes com câncer de pulmão no estágio IV foram de R\$ 14.172,25 e variaram de R\$ 8.861,64 a R\$ 24.379,95, enquanto os pacientes nos estádios I e II totalizaram R\$ 41.857,41 (variação no 1º e 3º quartil de R\$ 28.671,99 a R\$ 73.373,14) e no estágio III foram de R\$ 37.771,38 (variação no 1º e 3º quartil de R\$ 18.010,79 a R\$ 47.471,72).

Neste sentido a eficiência, como princípio basilar da administração pública, será celebrado na medida em que se anteceda ao aparecimento do problema. Uma vez instalado o problema o sistema é sobremaneira onerado e ineficiente em resultados. Daí se preconizar neste trabalho as medidas preventivas como razão para se ter eficiência nos gastos públicos, priorizando-se patologias quase inexoráveis.

Muito possivelmente a instituição mais adequada e especialmente voltada para a prevenção ao câncer não se encarregou ainda deste fim no que se refere ao radônio e seus males.

Possivelmente em razão da eleição das prioridades. O despertar, no meio social, político, acadêmico, para o radônio e seus males poderá, num futuro breve, tornar o objeto deste trabalho uma das prioridades do INCA.

O Poder Público tem entre suas prerrogativas a escolha das prioridades. Uma dessas prerrogativas pode ser vista por dois ângulos aqui. Trata-se da supremacia do interesse público. Em nome da primazia do interesse público a administração

pode eleger ações. A escolha dessas ações é livre vez que o INCA, como administração, sendo uma *potestas*, pode decidir entre empreender esforços tanto para combater o câncer de mama, com altos índices, quanto prevenir o câncer de pulmão. Em ambos os casos são plenamente justificáveis as ações. Aferir o quanto é mais relevante para o bem comum é uma decisão, para a administração pública técnica, jurídica, financeira, mas essencialmente política. Questionar no Judiciário esta escola é impossível. O Judiciário, em razão da independência dos poderes, não se imiscui no mérito dos atos administrativos. As decisões administrativas, portanto, exceto se violarem mandamentos expressamente claros em lei, não podem ser modificados pelo Judiciário, pois o mérito administrativo não se sujeita a interferência externa.

O juízo de conveniência e oportunidade feito pelo SAÚDE/INCA decidiu por escolhas muito justificáveis e plausíveis, uma vez que seus 6 programas e/ou projetos acima atendem a demanda de saúde pública muito importante, atendendo, sem sombra de dúvidas, a parcela mais vulnerável da população.

Segundo Cretella Júnior (1995):

“Aspecto algum do mérito admite revisão pelo Judiciário. Ao contrário, repele-a. o Judiciário tem campo próprio para locomover-se, não invadindo terreno privativo da Administração. Se alguma fração de mérito, por menor que fosse, se entrelaçasse, confundindo-se com a legalidade, estas duas entidades perderiam sua razão de ser, ou a noção de legalidade, nos setores comuns, sobrepujaria a noção de mérito. [...]”

Percebe-se, portanto, as dificuldades que o administrado tem em buscar o Judiciário. O melhor para a sociedade é que uma lei seja criada para beneficiar a mesma com medidas preventivas eficazes e capazes de permitir o acesso aos meios de informação, mitigação, etc., que venham estabelecer condições concretas para que a coletividade não venha se expor de forma ignorada.

Resta à sociedade contar com o Legislador. Somente este poderá criar a ação da administração pública, criando no plano do direito privado (civil) e do direito administrativo as medidas, comandos para que se efetive o direito a saúde de forma plena.

O papel do INCA, aqui, no corpo de suas funções, precisa, no mínimo, ser redefinido, assumindo o compromisso com as práticas preventivas do radônio. Da leitura, sem necessidade de forçada hermenêutica, se infere que os incisos II, III do

art. 22 da Lei supracitada são espaços onde a discricionariedade dos atos administrativos admite, tranquilamente, a prevenção ao radônio.

Assim, tão somente através das competências do INCA já se poderia ter, ao menos, um programa ou projeto de prevenção, sem a necessidade de criação de uma norma própria. A ampliação do rol de competências, embora não baste, seria um prelúdio para uma legislação específica, que é o desejável.

2.9.3 A Comissão Nacional de Energia Nuclear

A OMS estabeleceu o limite de 100Bq/m³ para concentração de radônio doméstico para não ação. Acima desse limite há que se interferir imediatamente na engenharia do imóvel fazendo com que os índices fiquem abaixo desse valor. Valores abaixo de 100Bq/m³ não indicam um número seguro. Não significa que a saúde não seja afetada.

Na faixa abaixo de 100Bq/m³ não se tem dados suficientes para associar o radônio com nenhuma patologia. Não significa que não tenha atividade carcinogênica. Abaixo de 100Bq/m³ a afetação por outras variáveis podem dissociar o radônio do câncer de pulmão.

Sabe que o radônio associado ao tabagismo eleva os níveis de patogenicidade. Não se sabe, entretanto o quanto isoladamente o radônio é responsável quando os níveis se tornam inferiores a 100Bq/m³.

As recomendações da OMS são viáveis como políticas públicas governamentais. As políticas públicas, necessariamente, precisam de parâmetros funcionais. A recomendação expressa em 100Bq/m³ é um índice satisfatório para epidemia, ou seja, mantendo a população vivendo abaixo desse nível, espera-se que registre-se numa grande população valores em contração. Satisfaz-se uma política de saúde na medida em que índices não recrudescam ou se atenuem. Não necessariamente a erradicação é almejada.

A NR-15, em seu Anexo nº 05, que trata das Radiações Ionizantes, a atribuição de decidir por valores de insalubridades foi delegada à CNEN, órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), atualmente assim denominado. Tal delegação é semelhante à feita com a USEPA. Esta última recebeu a tarefa de legislar em razão de uma delegação especial por transferência de competências.

“Nas atividades ou operações onde trabalhadores possam ser expostos a radiações ionizantes, os limites de tolerância, os princípios, as obrigações e controles básicos para a proteção do homem e do seu meio ambiente contra possíveis efeitos indevidos causados pela radiação ionizante, são os constantes da Norma CNEN-NE-3.01: "Diretrizes Básicas de Radioproteção", de julho de 1988, aprovada, em **caráter experimental**, pela Resolução CNEN n.º 12/88, ou daquela que venha a substituí-la. (Parágrafo dado pela Portaria n.º 04, de 11 de abril de 1994)". (grifo nosso)

As Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica - Norma CNEN-NN-3.01 é uma das raras passagens da legislação nacional, que por via indireta, infere-se a proteção normativa para a radiação natural, ao menos define a competência delegada. De forma absolutamente imprescindível é necessário trazer a esta análise o trecho mais relevante da norma onde o CNEN avoca a competência para si.

1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta Norma é estabelecer os requisitos básicos de proteção radiológica das pessoas em relação à exposição à **radiação ionizante**.

1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO

1.2.1 Esta Norma se aplica a práticas, incluindo todas as fontes associadas a essas práticas, bem como a intervenções.

1.2.2 As práticas para as quais esta Norma **se aplica** incluem:

a) o manuseio, a produção, a posse e a utilização de fontes, bem como o transporte, o armazenamento e a deposição de materiais radioativos, **abrangendo todas as atividades relacionadas que envolvam ou possam envolver exposição à radiação;**

b) **aquelas que envolvam exposição a fontes naturais cujo controle seja considerado necessário pela CNEN.**

1.2.3 Os requisitos desta Norma se aplicam às exposições ocupacionais, exposições médicas e exposições do público, **em situações de exposições normais ou exposições potenciais.**

1.2.4 As situações de intervenção às quais esta Norma se aplica são:

a) aquelas decorrentes de situações de emergência, que requeiram uma ação protetora para reduzir ou evitar as exposições à radiação;

b) aquelas decorrentes de situações de exposições crônicas que requeiram uma ação remediadora para reduzi-las ou evitá-las; c) aquelas decorrentes de exposições a resíduos oriundos de atividades não submetidas ao sistema regulatório da CNEN. (grifos nossos)

A CNEN, em razão das suas atribuições próprias, assumiu a responsabilidade pela criação de normas, parâmetros e intervenções. Cabe tão somente a ela a referida função. No cumprimento desta tarefa a CNEN editou⁸⁵ a Posição

⁸⁵Esta Posição Regulatória refere-se aos requisitos da Norma CNEN.NN3.01 "Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica" expressos nas subseções 1.2.5, 5.3.6 e 5.3.7, relacionados, respectivamente, aos critérios de exclusão, isenção e dispensa da aplicação de requisitos de proteção radiológica.

Regulatória 3.01/001:2011 que determina critérios de exclusão, isenção e dispensa dos requisitos de proteção radiológica determinado pela própria CNEN.

Observa-se na seção 3.1 da Posição Regulatória 3.01/001:2011 que a mesma não se aplica ao radônio. Esta seção excluiu a competência da CNEN para radionuclídeos naturais. Expressamente é dito que:

3.1 EXCLUSÃO 3.1.1 A exclusão se aplica a quaisquer exposições cuja intensidade ou probabilidade de ocorrência não possa ser reduzida por ações de proteção radiológica, ou naqueles casos que a CNEN vier a considerar excluídos do seu controle. **3.1.2 Considera-se, desde já, exposições excluídas aquelas devidas à presença de K40 no corpo, à radiação cósmica na superfície da terra ou às concentrações não alteradas de radionuclídeos naturais existentes em praticamente todos os materiais ou matérias primas.** (grifo nosso)

Depreende-se claramente que a CNEN intencionalmente escolheu não regular a construção civil, especialmente na mineração e fabrico de seus insumos e, particularmente, não regular qualquer atividade que diga respeito à radiação natural ou incorporada por modelos habitacionais.

Apesar de excluir a radiação natural do rol de abrangência de suas ações a CNEN na Posição Regulatória 3.01/011:2011 que definiu Coeficientes de Doses para Exposição do Público estabeleceu o seguinte parâmetro:

Quadro 18 - Coeficientes de Doses para Exposição do Público

Meio	Ar	Água	Solo	Solo 1cm	Solo 5cm	Solo 15cm	Solo infinito
Exposição	Imersão	Em pé	Em pé	Em pé	Em pé	Em pé	Em pé
Unidade	Sv/h por Bq/m ³	Sv/h por Bq/m ³	Sv/h por Bq/m ³	Sv/h por Bq/m ³	Sv/h por Bq/m ³	Sv/h por Bq/m ³	Sv/h por Bq/m ³
Rn-222	6,37E14	1,39E16	1,38E15	8,71E18	2,49E17	3,82E17	4,21E17

Fonte: CNEN

O papel da CNEN está bem delimitado e está preso às diretrizes da Política Nacional de Energia Nuclear.

Assim, conclui-se, preliminarmente, que, embora tenha aptidão a CNEN optou por excluir a radiação ionizante de origem natural. O espaço deixado pela CNEN não foi preenchido. Pode ser preenchido pela própria CNEN inclusive.

2.9.4 O Sistema Nacional do Meio Ambiente

O Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), criado pela Lei 6938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), é um sistema federado composto por entidades das três esferas. (Art 6º. I, II, III, IV, V, VI, §§ 1º, 2º). É parte do organograma do Ministério do Meio Ambiente.

A PNMA, propriamente dita, detalhada no art. 2º, ocupa-se com vários compromissos. Seu principal engajamento é com a relação entre qualidade ambiental e vida. Este seu compromisso é patente ainda no *caput* do artigo supra.

Art. 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, **melhoria** e recuperação **da qualidade ambiental propícia à vida**, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios: (grifos nossos).

Dentre os arrimos da PNMA acha-se o art. 2º, “VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental”. A PNMA, art. 4º, terá, dentre outros, por intento:

III- **ao estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental** e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;
V - à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;

Chama-nos atenção este fragmento. É objetivo da PNMA estabelecer critérios e padrões de qualidade ambiental. Papel congênere com o da USEPA (já abordada) e da ADENE (será tratada mais adiante).

Resta analisar se a PNMA propiciou ao órgão consultivo e deliberativo de suas políticas as ações necessárias para que os papéis acima tenham, de fato, identidade.

Dentre os órgãos localiza-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida;

Da leitura acima se depreende que foi confiado ao CONAMA o mister de elaborar diretrizes semelhantes àquelas que a EPA estabeleceu. É de se crer que

foram atribuídas genericamente. O CONAMA recebeu expressamente a missão de elaborar especificamente normas e padrões. Se não definiu os padrões do convívio com o radônio é em razão do **princípio da reserva do possível**.⁸⁶

A não disponibilidade de um serviço público ou a omissão quanto a uma ação de poder de polícia⁸⁷ não significa necessariamente displicência, mas opção da administração. A **conveniência** e a **oportunidade**⁸⁸ dirão se deva ou não uma medida ser tomada pela administração pública. Neste caso não há o que se exigir, pois o mérito da coisa pública depende muito dessas prerrogativas.

O CONAMA foi autorizado de modo satisfatório para o presente objeto deste estudo: “Art. 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental”. Cabe a este conselho apenas definir suas prioridades.⁸⁹

Em seu artigo terceiro é claramente definido o que se entende por meio ambiente:

⁸⁶ A origem do princípio da reserva do possível, conforme ensinamento de Andreas Krell (2002), corporificou-se na Alemanha, mais especificamente em um caso julgado na Corte Constitucional (BverfGE n.º 33, S. 333), na qual determinado indivíduo reivindicava uma vaga no ensino superior público sem passar pelo processo seletivo. Aduzia o requerente, para tanto, que a Lei Federal alemã lhe garantia liberdade na escolha de ofício e profissão, razão pela qual não podia o Estado lhe restringir tal direito, fazendo-o passar por um processo seletivo. A Corte Constitucional desenvolveu, para o julgamento daquele caso, “*Des Vorbehalt des Möglichen*”, que é o próprio princípio da reserva do possível no Brasil. Decidiu a Corte que a implementação de determinados serviços públicos se encontra condicionada à própria disponibilidade de recursos e de meios do próprio Estado, motivo pelo qual não se mostra crível exigir prestações inexequíveis e que discrepam da razoabilidade, o que fez com a pretensão do requerente fosse rechaçada. ARAKAKI, Allan Thiago Barbosa. **A limitação da responsabilidade estatal pelo princípio da reserva do possível**. Disponível em: < http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=12762>. Acesso em: 07 dez 2016.

⁸⁷ O poder de polícia é o poder fiscalizatório.

⁸⁸ Conveniente é aquilo que é adequado, apropriado ao objeto que se destinou. A medida administrativa editada será conveniente se for apta a cumprir o objetivo previsto, se for proporcional e útil, ajustada ao interesse público. A oportunidade se refere à adaptação da medida ao cumprimento dos fins pretendidos pelo mandamento normativo que o ato administrativo busca satisfazer. Oportuno é o que se pratica em tempo hábil, em boa hora. O critério de oportunidade guarda afetação às circunstâncias de tempo e ambiente, sendo, portanto, variável de um indivíduo a outro, em diferentes lugares e momentos históricos. CRISTÓVAM, José Sérgio da Silva. **Considerações acerca do controle jurisdicional do mérito administrativo**. Disponível em: < http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7575>. Acesso em: 07 dez. 2016.

⁸⁹ A Resolução 03/90 do CONAMA trata dos níveis aceitáveis da poluição atmosférica, mas apenas considera algumas substâncias tais como: dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), etc. Tal resolução foi criada em atenção à Resolução 05/89 que de sua leitura depreende-se essencialmente os poluentes atmosféricos causados são aqueles emitidos especialmente nas grandes metrópoles por veículos e pela indústria. Esta última resolução instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR. A partir deste programa outros monitoramentos poderiam advir, mas o CONAMA não evoluiu neste sentido a ponto de compreender a questão do radônio.

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:
I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

Meio ambiente aqui é um conceito absolutamente amplo. Por esse raciocínio podemos dizer que o IBAMA, órgão executor e fiscalizador da PNMA, poderia absorver as funções da USEPA.

Diga-se ainda a importante Resolução do Conama 03/90, que extensivamente pode ser aplicada ao radônio. Por tal resolução a poluição do ar pode ser enquadrada em três perfis: **atenção; alerta; emergência**. No caso do radônio ser incluído neste rol, todos os três estratos se aplicam adequadamente, pois coincidem com os três níveis que a OMS definiu para a atenção para o radioelemento sob apreço.

2.9.5 O Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

Criado pela Lei 9782/1999, define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS). A norma supra é uma marcha para uma legislação acerca da exposição ao radônio. A legislação parece evoluir para abranger contaminação do tipo sob exame. A cronologia favorece este entendimento.

É de notória valia, na delimitação da competência para a normatização aqui pretendida, a possibilidade de se ter na ANVISA, a faculdade da regulamentação da exposição ao radônio. O art. 2º, III, abaixo reproduzido, esclarece que a competência, embora em tese, possa ser um atributo desta agência.

Art. 2º Compete à União no âmbito do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária:
I - definir a política nacional de vigilância sanitária;
II - definir o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária;
III - normatizar, controlar e fiscalizar produtos, substâncias e serviços de interesse para a saúde;

Mais adiante, noutra passagem a agência assume claramente um papel, condicionado à regulamentação e discricionariedade. A discricionariedade é percebida nas escolhas da ulterior deliberação que a autarquia fará quando definir o que estará sob sua tutela. Infere-se da leitura do artigo 6º.

Art. 6º A Agência terá por finalidade institucional promover a proteção da saúde da população, por intermédio do controle sanitário da produção e da

comercialização de produtos e **serviços submetidos à vigilância sanitária**, inclusive dos ambientes, dos processos, dos insumos e das tecnologias a eles relacionados, bem como o controle de portos, aeroportos e de fronteiras. (grifo nosso).

Na definição das competências avançaram-se as possibilidades da ANVISA ser responsável pela delimitação da exposição *indoor* ao radônio. Esse entendimento nasce do chamado **conceito jurídico indeterminado**⁹⁰ de alguns tipos do direito administrativo. É o caso a seguir:

Art. 7º Compete à Agência proceder à implementação e à execução do disposto nos incisos II a VII do art. 2º desta Lei, devendo:

IV - **estabelecer normas e padrões sobre limites de contaminantes, resíduos tóxicos, desinfetantes, metais pesados e outros que envolvam risco à saúde;** (grifo nosso)

O legislador quis que a ANVISA se ocupasse da criação de normas. Seu papel também se assemelha, parcialmente, com o papel da USEPA, entretanto a ANVISA corresponda muito mais à *Food and Drug Administration* (FDA). A ANVISA ocupa um papel muito maior e mais amplo que a USEPA especialmente a nível estadual e muito mais ainda a nível municipal.

Claramente depreende-se da leitura do art. 7º da Lei 9782/1999, que trata das competências da Agência, que a mesma comprometeu-se com a fiscalização de estabelecimentos, licenciamento de medicamentos, produtos que possam causar qualquer mal ao ser humano.

Neste sentido a ANVISA pode ser parte da solução. Os problemas causados pelo radônio tem possível remédio também nas atribuições desta autarquia. A grande virtude da vigilância sanitária é que a mesma está estruturada em todos os níveis federativos. Existe nacionalmente enquanto agência federal e enquanto agências estaduais, superintendências, diretorias e existe nos municípios podendo exercer amplo papel fiscalizatório, pois não se trata de uma agência e seus representantes locais, mas como estrutura pertencente às administrações públicas locais.

É raro, se é que existe, um município que não se encarregue da vigilância sanitária, que serve ao menos para fornecer um alvará sanitário que atesta que um

⁹⁰O conceito jurídico indeterminado é uma construção legislativa com o fim de manter a norma sempre atual. "A vaguidade semântica existente em certa norma com a finalidade de que ela, a norma, permaneça, ao ser aplicada, sempre atual e correspondente aos anseios da sociedade nos vários momentos históricos em que a lei é interpretada e aplicada"(ABREU, 2005).

restaurante ou uma clínica odontológica estão aptos a funcionar segundo critérios de conformidades.

O que favorece o papel da ANVISA no combate ao radônio é a sua capilaridade.

As ações da Vigilância Sanitária (VS) se modificam conforme a dinâmica social e o progresso científico, incorporando valores de sua época e os novos acréscimos que a ciência juntou. É o espaço social onde as aquisições do cabedal acadêmico são agregadas com muita celeridade ao edifício jurídico.

Costa (2004, p. 58), no mesmo sentido, respalda a afirmação acima com a seguinte passagem:

O conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico são fundamentais para o estabelecimento e a permanente atualização das normas técnicas em Vigilância Sanitária, que juntamente com as normas jurídicas constituem os fundamentos das ações, apoio e legitimação da atuação do estado neste campo. A *fiscalização sanitária* é um dos momentos de concreção do exercício do poder que detém o Estado para aceitar ou recusar produtos ou serviços definidos como de interesse da saúde e, portanto, submetidos às suas normas.

Muitas vezes a sociedade, beneficiária do progresso científico e das construções normativas se vê alijada das ações da VS. O controle exercido pela Administração Pública sobre bens e serviços muitas vezes não considera o destinatário final, que apesar de destinatário final da ação governamental, só é parte no benefício final, mas nunca ou quase nunca como protagonista. Esta avaliação é igualmente partilhada por Costa (2004, p. 430), na passagem seguinte:

Ora, o imenso “edifício normativo”, construído na dinâmica das relações sociais produção-consumo, apresenta seus preceitos normativos dirigidos apenas aos particulares - produtores de bens e prestadores de serviços - destinatários imediatos dos serviços e atividades de Vigilância. O destinatário final dessas ações, isto é, consumidores e cidadãos que constituem o universo dos usuários dos objetos de cuidado - supostos beneficiários e razão de ser da Vigilância - vêm sendo mantidos ausentes das prescrições normativas e da construção regulamentadoras. Em consequência dessa distância da população, não há preocupações programáticas para informá-las dos riscos a que está exposta no consumo de produtos e serviços, de alternativas para enfrentá-los e para instruí-la na seleção dos seus itens de consumo, potencializando sua capacidade de compra e de obtenção de meios favoráveis à saúde.

O instrumental normativo da VS não se destina ao cidadão. A autora citada sinaliza que o papel da VS deveria ter alcance maior tendo papel pedagógico informando e instruindo o cidadão. Em razão do princípio da legalidade que enlaça a administração pública a uma norma que definiu o perímetro de sua atuação a VS não pode transpassar suas atribuições. Falta, portanto, autorização legal para os

órgãos que compõem o SNVS possam contrair esse encargo. O SNVS pode estar distante das pretensões sociais.

Sua responsabilidade social ainda é carecedora da função orientar a sociedade, antecipando-se na prevenção, resguardando a saúde coletiva dos inconvenientes, dos malefícios e gravidades de produtos, serviços colocados à fruição.

Campos et al. (2006, p.499-502) referem-se às novas aplicações da vigilância sanitária/epidemiológica como evolução das funções tradicionais da vigilância compreendendo o papel da “vigilância ambiental”. Nsubuca et al., 2006 (apud CAMPOS et al., 2006, p.502) afirmam que:

A vigilância ambiental requer a coleta, análise e disseminação de dados sobre riscos ambientais e desfechos. Os desfechos de saúde de interesse podem ser tanto de óbitos como de doenças, os riscos abrangem os agentes químicos, físicos e biológicos encontrados no ar, na água, solo e alimentos. Estabelecer a associação entre esses desfechos e riscos ambientais específicos, é a questão crítica para a vigilância, nesse caso.

O mesmo Campos et al. (2006, p. 502) ainda apresentam a vigilância ambiental emergente como responsável por responder a questões que contemporaneamente se apresenta. Neste sentido terá que ser: a) capaz de mensurar os riscos de exposições; b) manter contínuo registro de dados; c) deve dispor de dados representativos para fins de planejamento, avaliação de intervenções.

Na definição de Campos et al. (2006, p. 690), a vigilância deve cuidar do risco sanitário. Esta seria sua função. Irá definir o risco sanitário como sendo um conceito complexo que abrange diversas áreas do conhecimento.

No entendimento de Zanchi e Zugno (2012, p. 440) uma avaliação dos riscos ambientais deve passar obrigatoriamente por quatro etapas na determinação de políticas públicas (ação governamental): a) determinação do perigo: dados epidemiológicos; b) avaliação da exposição: quantidade de agente que afeta o organismo; c) avaliação da relação dose/resposta: probabilidade de efeito sobre a saúde com a magnitude da exposição; d) caracterização do risco: combina as exposições e a dose/resposta, determinando o número de pessoas que serão atingidas.

O Sistema de Vigilância Sanitária não foi totalmente omissivo. Considerando seu papel dentro do sistema de saúde fez editar a Portaria SVS/MS nº 453, de 1 de

junho de 1998. Tal portaria, sofisticada e ampla, já em seu preâmbulo define e exclui as radiações ionizantes de origem natural.

A Secretária de Vigilância Sanitária, no uso de suas atribuições legais, tendo em vista as disposições constitucionais e a Lei 8.080, de 19 de outubro 1990, que tratam das condições para a promoção e recuperação da saúde como direito fundamental do ser humano, e considerando:

(...)

os riscos inerentes ao **uso** das radiações ionizantes e a necessidade de se estabelecer uma política nacional de proteção radiológica na área de **radiodiagnóstico**;

(...)

a necessidade de garantir a qualidade dos serviços de radiodiagnóstico prestados à população, assim como de assegurar os requisitos mínimos de proteção radiológica aos pacientes, aos profissionais e ao público em geral; a necessidade de padronizar, a nível nacional, os requisitos de proteção radiológica para o funcionamento dos estabelecimentos que operam com raios-x diagnósticos e a necessidade de detalhar.

Da leitura dos excertos acima se conclui que a referida portaria, que se esteia na lei que regula as ações e serviços de saúde, pormenoriza diretrizes de radioproteção diagnóstica excetuando-se aquelas intrínsecas ao meio natural.

As políticas públicas são pensadas para atingir a coletividade dentro das possibilidades concretas e orçamentárias. O Estado, provedor dos serviços públicos, está adstrito às suas próprias limitações e escolhe suas prioridades. A ausência de uma política governamental não necessariamente é produto do descaso, mas possivelmente de escolhas dentre prioridades. As prioridades muitas vezes não são de natureza técnica, mas política.

2.10 SOCIEDADES BRASILEIRAS AFINS - DE NATUREZA PRIVADA

Entidades de natureza privada, que desenvolvem tecnologia e promovem a ciência, ganharam status especial a partir da EC nº 85/2015, quando passaram a ser reconhecidas como instituições que podem auxiliar o desenvolvimento nacional em matéria de conhecimento científico. Para tanto foi introduzido na CF/88, com toda sua força, potencialidades e desdobramentos, embora ainda por ser regulamentados. O texto constitucional inovou ao reconhecer as instituições privadas como vetores da produção científica, estabelecendo a competência concorrente dos demais entes federados na articulação com as instituições que se conveniarem. O texto constitucional abaixo transcrito declara a importância que as instituições não governamentais assumiram agora.

Art. 219-A. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão firmar instrumentos de cooperação com órgãos e entidades públicos e com entidades privadas, inclusive para o compartilhamento de recursos humanos especializados e capacidade instalada, para a execução de projetos de pesquisa, de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação, mediante contrapartida financeira ou não financeira assumida pelo ente beneficiário, na forma da lei.

Art. 219-B. O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) será organizado em regime de colaboração entre entes, tanto públicos quanto privados, com vistas a promover o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação.

§ 1º Lei federal disporá sobre as normas gerais do SNCTI.

§ 2º Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios legislarão concorrentemente sobre suas peculiaridades.

Sociedade civil sem fins lucrativos, a Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica (SBPR) é instituição regida pelo direito privado, embora de interesse público. Tem por objetivos:

- a) Promover o intercâmbio de conhecimentos na área de proteção radiológica e temas afins;
- b) Promover a difusão dos critérios de radioproteção no que se refere ao emprego de fontes de radiações ionizantes nas diversas áreas;
- c) Promover a difusão de todos os aspectos da proteção radiológica, da segurança nuclear e dos critérios de normatização, não somente no meio científico, técnico e acadêmico, como também na sociedade em geral. (SBPR, 2016)

A SBPR, de natureza não governamental, apoia-se num tripé de sustentação que intencionalmente está vocacionado para o conagraçamento de estudiosos no tema da radioproteção das radiações ionizantes. Em razão de sua natureza jurídica de direito privado não tem inclinação para produção de normas de caráter obrigatório, embora suas recomendações possam prevalecer no meio científico.

Da SBPR, desvinculada do poder público, embora com forte assento nas ciências, poderá sugerir normas regulamentadoras que poderão ser assimiladas pelo legislador e passar a orientar as agências governamentais e outros entes públicos no campo das diretrizes para a exposição ao radônio.

No mesmo estrato acha-se a Sociedade Brasileira de Biociências Nucleares (SBBN), similarmente, uma sociedade civil sem fins lucrativo, que tem como objetivos:

- a) Estudar efeitos biológicos de radiações ionizantes e não ionizantes, através de testes “in vitro”, ensaios pré-clínicos, ensaios clínicos e outros métodos da Biologia experimental.
- b) Aperfeiçoar a qualidade de tecnologias com fontes de radiação e instrumentação associada, em especial Radiobiologia e Biodosimetria,

Biossegurança e Radioproteção, Radioquímica e Radiofarmácia, Biofotônica e Fotobiologia.

c) Formar recursos humanos no ensino médio, cursos de graduação e pós-graduação, promovendo isoladamente ou em colaboração com outras Sociedades ou Instituições de ensino e pesquisa nacionais ou internacionais, cursos, reuniões científicas, seminários de atualização ou eventos similares. (SBBN, 2016)

Por outra vertente, embora no mesmo campo, a SBBN coloca-se entre as instituições privadas que vêm ocupando espaço típico do Poder Público. Tem buscado e seu estatuto facilita essa compreensão. Surgiu, por sua vez, para preencher uma demanda social não suprida pelo poder público.

Pariforme às demais supra exemplificadas, a Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos (ABENDI), corporifica atuação própria da administração pública. Oferece serviço à sociedade pautado em normas internacionais. Valem-se das normas nacionais quando há. Quando inexitem, procura critérios universais ou de organismos consolidados.

É compreensível quando se assiste ao setor privado distanciar-se cada vez mais do poder público. O grande temor, num juízo de valor muito particular, é considerar que a atividade econômica não tenha compromisso com a sua finalidade social. Essa ausência de compromisso pode levar às entidades privadas a considerar padrões muito largos para preservação da saúde e do meio ambiente. Por esta razão a necessidade da regulamentação pelo poder público é imprescindível.

A ABENDI gera certificações a partir de valores internacionais para amplo espectro de atividades. A título meramente exemplificativo podem ser citados os ensaios não destrutivos para emanações, infiltrações, radiação, etc. (ABENDI, 2016).

Também é compreensível a ocupação de espaços deixados pelo Poder Público. O tamanho do Estado tem diminuído bastante, embora em assuntos essenciais não deva.

2.11 BRASIL: SIGNATÁRIO DE ACORDOS E TRATADOS

Atos internacionais, tais como acordos, tratados, convenções, etc., constituem documentos que suprem o direito. O direito interno agasalha normas

transnacionais como se aqui legisladas fossem. Em algumas áreas é célere a receptividade da orientação de organismos plurinacionais. Alguns países absorvem mais rapidamente essas normas. No que diz respeito a normas externas poucas são assimiladas aqui.

O Brasil, na contramão da história, nunca assinou qualquer Ato Internacional relativo a compromisso de evitar a exposição humana ao Rn tanto o doméstico quanto em minas subterrâneas, não menos grave. Da consulta ao repositório Sistema Consular Integrado do Ministério das Relações Exteriores se depreende, por pesquisa avançada, que não faz parte do rol de acordos, tratados, convenções qualquer ato que implique em compromisso em evitar a referida exposição.

Embora tenha sido anfitrião e, isto posto, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, portanto sob os auspícios do PNUMA, estabeleceu entre os seus membros um documento o *Rio Declaration on Environment and Development*, onde entre seus itens vários princípios gerais foram enunciados, entre os quais:

Principle 10

*Environmental issues are best handled with participation of all concerned citizens, at the relevant level. At the national level, each individual shall have appropriate access to information concerning the environment that is held by public authorities, including information on hazardous materials and activities in their communities, and the opportunity to participate in decision-making processes. States shall facilitate and encourage public awareness and participation by making information widely available. Effective access to judicial and administrative proceedings, including redress and remedy, shall be provided.*⁹¹

Principle 13

States shall develop national law regarding liability and compensation for the victims of pollution and other environmental damage. States shall also cooperate in an expeditious and more determined manner to develop further international law regarding liability and compensation for adverse effects of

⁹¹Princípio 10 - A melhor maneira de tratar questões ambientais é assegurar a participação, no nível apropriado, de todos os cidadãos interessados. No nível nacional, cada indivíduo deve ter acesso adequado a informações relativas ao meio ambiente de que disponham autoridades públicas, inclusive informações sobre materiais e atividades perigosas em suas comunidades, bem como a oportunidade de participar em processos de tomada de decisões. Os Estados devem facilitar e estimular a conscientização e a participação pública, colocando a informação à disposição de todos. Deve ser propiciado acesso efetivo a mecanismos judiciais e administrativos, inclusive no que diz respeito à compensação e reparação de danos. PNUMA. Disponível em:<<http://new.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=78&articleid=1163>>. Acesso em: 25 nov. 2016. (tradução nossa).

*environmental damage caused by activities within their jurisdiction or control to areas beyond their jurisdiction.*⁹²

Os princípios acima ainda não foram recepcionados pelo direito brasileiro. São plenamente recepcionáveis. Aguarda-se que o Legislador proceda ao compromisso que prometeu: criar os meios para que o acesso ao Judiciário possa, no mínimo, dá ensejo ao direito à reparação por danos ambientais. A expressão dano ambiental foi redigida num sentido amplo podendo ser entendida também de modo amplo.

Além de pouca expressão que tem o direito pátrio em relação ao meio ambiente, mesmo assim após a Rio-92 o Legislador continua silente. O Brasil não costuma convalidar acordos e tratados internacionais mesmo aqueles que redigiu e assinou.

Mais de duas décadas depois o Legislador não efetuou aquilo que voluntariamente se comprometeu expressamente.

Um acordo, tratado ou qualquer ato internacional bi ou multilateral não se torna parte do ordenamento jurídico de forma automática. Se assim ocorresse a soberania estaria ameaçada. O acolhimento de ato internacional só se torna obrigatório quando recepcionado expressamente ou quando é transformado em norma pública. Apenas os tratados sobre direitos humanos, se aprovados pelo quórum de Emenda Constitucional (EC) (3/5), pelas duas casas, terão o mesmo status desta. A CF/88 não se refere a ato internacional de nenhuma outra natureza exceto tratado e convenções sobre direitos humanos.

Assim os atos internacionais devem passar pelo crivo do Legislativo para ter vigência. Dentre as fontes do direito pátrio não se encontram os atos internacionais no seu rol. Apesar de o Brasil fazer parte da ONU desde sua fundação em 24 de outubro de 1945, no pós-guerra, este sempre conservou sua soberania e sempre prezou pela segurança jurídica.

⁹²Princípio 13 - Os Estados devem desenvolver legislação nacional relativa à responsabilidade de indenização das vítimas de poluição e outros danos ambientais. Os Estados devem ainda cooperar de forma expedita e determinada para o desenvolvimento de normas de direito internacional ambiental relativas à responsabilidade e indenização por efeitos adversos de danos ambientais causados, em áreas fora de sua jurisdição, por atividades dentro de sua jurisdição ou sob seu controle. PNUMA. Disponível em:<
<http://new.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=78&articleid=1163>>. Acesso em: 25 nov. 2016. (tradução nossa).

Os atos internacionais oriundo das Nações Unidas embora de grande relevância para o engrandecimento dos povos se submetem necessariamente à soberania interna. Os documentos das Nações Unidas para o meio ambiente e saúde recomendam vigilância com relação ao radônio, mas apenas recomendam. O poder recomendatório é ainda menor que o poder de acordo, pois um acordo depende de ratificação⁹³. Um acordo sugere mais comprometimento e encontra-se mais para o plano do direito. Uma recomendação, ao contrário, encontra-se mais para o plano moral, político.

O braço da ONU para questões de saúde, a OMS, tem emitido alertas acerca da malignidade da exposição ao radônio. Documentos dão conta desta patogenicidade do radônio. A Própria OMS mantém uma grande rede de colaboradores, coleta dados oficiais e fomenta a pesquisa em diversos países acerca deste tema. Reúnem estas informações em seus repositórios que servem abertamente a todos.

Tem a OMS os objetivos de levar informação ao máximo de pessoas e promover saúde e qualidade de vida. Neste sentido seus documentos são considerados relevantes por se dotarem de interesses econômicos. Não se voltam para o mercado. Não atendem a interesses privados. Portam, por sua vez, qualidades valorizadas em ciências, especialmente, a imparcialidade. A imparcialidade, qualidade de um bom julgamento, também é qualidade de uma norma da ciência do direito. Mais um motivo para que as normas de organismos transnacionais, tal qual da ONU, fosse recebida como norma interna.

São comumente acolhidos como documentos respeitáveis e passam a padronizar as práticas nacionais. Têm status elevados tais documentos.

A ONU tem efluído orientações e aberto um amplo repositório de documentos transladado em diversas línguas para assessorar governos, universidades, instituições, interessados de modo em geral. Entre tais documentos, entre outros, encontramos:

a) Guías de la OMS para la calidad del agua potable⁹⁴;

⁹³Segundo a Constituição Federal de 1988: Art. 49. É da competência exclusiva do Congresso Nacional: I - resolver definitivamente sobre tratados, acordos ou atos internacionais que acarretem encargos ou compromissos gravosos ao patrimônio nacional;

⁹⁴ http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/

- b) *Manual de la OMS sobre el radón en interiores: una perspectiva de salud pública;*
c) *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación y para la seguridad de las fuentes de radiación.*⁹⁵

A OMS, assim como a AIEA – Agência Internacional de Energia Atômica, extensões da ONU, da qual o Brasil faz parte, compartilham informações com as nações, instituições interessadas de modo a ampliar o conhecimento acerca de temas relevantes. O radônio passou a ser considerado um inimigo do homem. Em estudos recentes, anunciou a OMS que a ação do radônio é diretamente proporcional a exposição:

*El riesgo de cáncer de pulmón aumenta en un 16% con cada incremento de 100 Bq/m³ en la concentración media de radón a largo plazo. La relación dosis-respuesta es lineal, es decir, el riesgo de cáncer de pulmón aumenta de manera proporcional al aumento de la exposición al radón.*⁹⁶

Dados estes difundidos e abertos podem incrementar a pesquisa científica. Seus dados têm origem nas atividades de pesquisadores em todo o mundo e são irradiados sem fins lucrativos.

Os atos internacionais, quando não são recebidos e transformados em normas de direito, são, por outro lado, fonte para a pesquisa científica. De uma forma ou de outra o documentos da OMS e de outros organismos da ONU abastecem a ciência.

O direito é mais refratário que a ciência, especialmente no que remete a influência externa. Embora refratário, costuma acompanhar a dinâmica da sociedade. Decerto a demanda social poderá vir a influir na posição do legislador nacional levando-o a propor norma de caráter público.

2.12 ORGANISMOS INTERNACIONAIS E SEU PAPEL

2.12.1 A Organização Mundial de Saúde

⁹⁵ AIEA. Disponível em :http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_171678.pdf. Acesso em 27 abr. 2017.

⁹⁶ OMS. Centro de prensa. El radón y sus efectos en la salud. Nota descriptiva N° 291. Junho de 2016. Disponível em: < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/es/>>. Acesso em 27 abr. 2017.

O “Manual de la OMS sobre el radón en interiores – una perspectiva de salud pública”, afirma, de início, que os problemas advindos do Rn são de grave natureza. Logo de início o manual da OMS sobre o Rn em interiores chama atenção para o fato de que Rn tenha se tornado a segunda causa de câncer de pulmão na população mundial. Chama atenção também para o fato de que esta associação entre câncer e Rn também seja encontrada em edifícios onde os níveis do elemento químico são baixos.

El radón es la segunda causa de cáncer de pulmón en la población general después del tabaco. Los estudios epidemiológicos han demostrado convincentemente una asociación entre la exposición al radón en interiores y el cáncer de pulmón, incluso para los niveles de radón relativamente bajos que suelen existir en los edificios residenciales. Sin embargo, hasta ahora los esfuerzos para actuar en consecuencia y reducir el número de casos de cáncer de pulmón asociados a la exposición al radón solo han tenido éxito en muy pocos países.

Fazendo uma retrospectiva acerca da relação entre a OMS e a sua preocupação com o Rn em ambientes internos nos chama atenção que desde 1979 um grupo de trabalho identificou pela primeira vez a possível relação entre o aumento dos casos de câncer de pulmão e Rn. Em 1988 a OMS classificou o Rn como carcinógeno humano, ou seja, como elemento potencialmente causador de câncer no ser humano. Em 1993 a OMS procurou unificar os procedimentos para minimização dos riscos. Então desde a primeira metade da década de 90 a OMS tem procurado estabelecer critérios universais, objetivos. O retro citado manual da OMS sobre Rn em interiores se destina basicamente aos profissionais da construção e aos profissionais que lidam com ambientes e interiores. Destina-se também a colaborar com os projetos que de forma concomitante combatem o tabagismo (OMS, 2015).

Segundo OMS estão associados cerca de 3 a 14% de câncer de pulmão diretamente ao Rn. Esta faixa vai da menor para maior concentração. A OMS chama atenção ainda para o fato de que a grande população mundial reside em áreas de baixas e médias concentrações, portanto a grande população é afetada muito mais em função da **exposição** do que propriamente da **concentração**.

Diz a OMS (2015) que Rn só está abaixo do tabagismo no critério de causação. E diz ainda que os índices aumentam na medida em que os dois fatores de riscos estão associados.

Embora seja discutível afirma o *Manual* da OMS (2015) que as medições são absolutamente simples de serem realizadas. Orienta a se desenvolver métodos através de protocolos normatizados que uniformizem as aferições e as estatísticas. Ao tempo da criação de seu manual a OMS estabeleceu como prazo mínimo de segurança 3 meses, além de recomendar que os instrumentos que fazem as leituras devem ser calibrados ou aferidos. Os dispositivos que foram utilizados na fase experimental, que são detectores de traços de emissão de partícula α que foram expostos à emanação por 94 dias. Não foram calibrados, pois são detectores passivos e o modelo experimental escolheu não realizar. O referido modelo de dosímetro já é calibrado de fábrica.

As preocupações da OMS (2015) não se limitam às novas construções, mas aos edifícios já construídos também. Para cada um deles, certamente, as preocupações são diferentes. Para os edifícios já construídos recomenda a OMS sejam os mesmos despressurizados e/ou preenchidas possíveis brechas e rachaduras que facilitam a penetração do Rn oriundo dos assoalhos.

A OMS (2015) ainda estabeleceu três conceitos muito importantes. São os conceitos de prevenção, mitigação e correção.

O Conceito de prevenção se associa às novas construções. Já os conceitos de mitigação e correção se associam aos edifícios já construídos.

A **prevenção** seria aquela oriunda de um conhecimento prévio acerca do perfil geológico de solo ou rocha onde o imóvel ou edifício está localizado.

Mitigação ou minimização é um conceito aplicável aos edifícios construídos onde técnicas podem ser aplicadas para evitar níveis altos embora não seja possível corrigi-los completamente.

A **correção** ocorre quando há possibilidade de evitar completamente ou satisfatoriamente a penetração do elemento no ambiente.

Avalia OMS (2015) que o custo da prevenção é muito menor do que o custo da mitigação ou da correção. Tem avaliado que regiões de baixo risco o custo da medição não raras vezes é mais alto que o custo da mitigação ou da correção. O custo social é maior que os custos da prevenção, mitigação ou correção.

Aconselha a OMS (2015) que o público, que normalmente desconhece os problemas, seja informado segundo seu grau de compreensão através de mensagem sempre associando este elemento ao câncer para facilitar o

entendimento, numa relação de causa e efeito. Essa comunicação deverá ser simples para que a mensagem seja, de fato, compreendida. Só será eficiente se de fato atingir o público a que se destina: toda a coletividade.

As recomendações da OMS (2015) podem ser resumidas aqui:

1. Políticas de prevenção, mitigação e correção em escala nacional;
2. Material esclarecedor amplamente divulgado e feito em linguagem acessível ao homem médio;
3. Formação de profissionais da construção civil;
4. Criação de normas específicas nos códigos de construção;
5. Exigência de laudo na compra e venda de imóvel;
6. O nível recomendável aceitável é de 100 Bq/m³.

Não havendo possibilidade de se alcançar 100 Bq/m³ pode-se trabalhar com um nível que não ultrapasse 300 Bq/m³ ou 10 mSv. Este último valor é o máximo aceitável. Estes valores recomendáveis foram determinados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), que está sediada em Ottawa, Canadá.

Já está bastante claro na vasta literatura que há vinculação entre câncer de pulmão e Rn.

Fazendo uma retrospectiva acerca da identificação da correlação entre Rn e à saúde humana a OMS (2015) identificou-se na década de 1960 grandes concentrações de Rn na água utilizada para o consumo humano com origem em poços artesianos. Nos fins da década de 60 se percebeu que o maior problema não estava na ingestão da água, mas sim na respiração do Rn emanado da água canalizada uma vez que a tubulação de água dos poços artesianos serve de canais para o ingresso do Rn nos lares. Já na década de 70 também se associou a presença de Rn no interior dos edifícios a partir de materiais de construção que em sua formação se constata a presença de algum elemento da cadeia do decaimento do urânio. Em 1978 se identificou casas onde a origem do problema não estava relacionada com água subterrânea nem tão pouco com materiais de construção. Nestes imóveis foi identificada uma terceira causa: frestas no assoalho que permitiram a passagem de radônio que se originam do interior de rochas fraturadas (OMS, 2015).

Pode-se dizer, numa escala logarítmica, que o grosso da população diretamente afetada, se encontra entre zonas de baixa e média concentração. O

que é explicado pelo fato de que ampla maioria da população vive em zonas igualmente de baixa e média concentração.

Em razão de ser o Rn a maior fonte natural de exposição à radiação ionizante urge a necessidade de enfrentá-lo envidando esforços governamentais e da sociedade civil para tanto.

A OMS (2015), na matéria em retrospecto, remonta ao século XVI quando registros indicam aumento da mortalidade de trabalhadores de minas subterrâneas por insalubridade. Embora não existam dados que comprovem esta teoria é possível afirmar, apenas por exercício da especulação, que o possível problema era o Rn que se acumulava em bolsões com baixíssima circulação de ar, sem falar ainda que estes trabalhadores passavam longas jornadas de trabalho sem qualquer tipo de EPI.

Desde 2012 que o Rn foi classificado como cancerígeno humano pelo IARC (2012), organismo pertencente à OMS e que está sediado em Lyon, França.

A identificação da associação entre câncer de pulmão e Rn nos trabalhadores de minas subterrâneas foi fundamental para desenvolvimento de pesquisas acerca de possível similar causação em outros ambientes. É a conclusão da OMS(2015).

Certamente não se pode transpor dados uma vez que na atividade laboral em minas subterrâneas confluem diversas variáveis (umidade, partículas em suspensão, outros gases, etc.) não ocorrentes no espaço residencial ou acadêmico.

Chama atenção a OMS (2015) para que sejam feitos estudos específicos uma vez que a associação entre câncer e mineração embora clara apenas auxilia, mas não determina a correlação entre Rn e ambientes internos.

A OMS (2015) estabeleceu, em linhas gerais, e de forma sistematizada, a criação de um protocolo para determinar o risco atual por exposição pretérita:

1. Estudos de caso e controle;
2. Duas amostragens: uma com indivíduos em uma população que adquiriram câncer e outra amostra da mesma população, mas que adquiriu câncer;
3. Levantamento detalhado do histórico de residências dos indivíduos;
4. Histórico de tabagismo;
5. Histórico de outros fatores de risco para câncer de pulmão;
6. Medição de concentrações de Rn por onde cada indivíduo passou;
7. Fazer comparação entre dois grupos.

A OMS (2015) chama atenção para os incipientes dados que tornam o conhecimento acerca da relação radônio-câncer ainda demandante de pesquisas.

Muito embora o Brasil seja parte da OMS estas suas orientações não produziram reflexos na cultura legislativa, visto que não nasceram diretrizes específicas para atacar o problema.

2.12.2 A *United States Environmental Protection Agency*

Embora não seja um ministério *de jure*, a *United States Environmental Agency* (USEPA) ou EPA é um ministério *de facto*. Faz o papel daquilo que no Brasil é papel de ministério e cumulativamente papel de agência de regulamentação. Reúne partes das atribuições legais do nosso MCTIC, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, etc., de parte das atribuições das agências Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Agência Nacional de Águas (ANA), e possivelmente outras.

A criação da EPA ou USEPA pertence à cultura oriunda de uma época em que a sociedade já se compreende inserida no meio ambiente. Pertence a uma sociedade onde o Poder Público é garantidor do bem-estar. Como garantidor o Estado irá proporcionar segurança, estabilidade política, saúde, etc. Este Estado garantidor irá prover a seus cidadãos os meios necessários para viver em segurança, sem interferir em assuntos da vida privada e garantindo-se o respeito às individualidades, para que estes possam ter qualidade de vida. Esta sociedade oferece aos cidadãos os meios necessários para se conhecer os perigos que lhe cerca e os meios para evitar o comprometimento da saúde dos seus membros, evitando inclusive gastos dispendiosos na remediação de problemas evitáveis, advindos do desconhecimento da natureza.⁹⁷

Neste rol se insere na sociedade estadunidense a EPA. Com claros objetivos se destina à proteção da saúde dos cidadãos. Sua preocupação se limita a comunidade local, mas não deixa de visar o alcance global. Sua página na internet contém informações em alguns idiomas: inglês, espanhol, chinês tradicional, chinês

⁹⁷A título meramente ilustrativo alguns vídeos retirados do www.youtube.com que demonstra ser ainda hoje em diversos lugares o problema do radônio desconhecido de ampla maioria da população: <https://www.youtube.com/watch?v=xz1rrdAF2as>; <http://noticias.band.uol.com.br/jornaldorio/quadro.asp?idS=&id=15884939&t=gas-radioativo-aumenta-risco-de-cancer-de-pulmao>;

simplificado, vietnamita e coreano. A relação de idiomas tem ampliado o acesso à informação por pessoas de todo o mundo e não só de estadunidenses, embora seja, prioritariamente destinada às diversas comunidades de estrangeiros que convivem nos E.U.A.⁹⁸

Nenhum de seus documentos, em razão da natureza governamental, está sujeito a *copyright*, podendo, portanto, ser amplamente utilizados, traduzidos por qualquer pessoa em qualquer lugar, o que os tornam portadores de uma mensagem de solidariedade. Estão nos pressupostos da EPA o bem-estar pleno, não se distinguindo os beneficiários.

A EPA, localizada na capital dos E.U.A., está subdividida em escritórios espalhados por todo o território estadunidense. Interessa-se por diversos aspectos que garantem qualidade de vida, inclusive qualidade do ar e salubridade dos lares.

A qualidade de vida dentro das residências também é objeto de regulamentação. Cabe a EPA esta função. As normas da EPA estão no Título 40 do Código Federal de Regulações (CFR). Este título é a parte do CFR que contém a legislação estadunidense compilada sobre o Rn.

Lá se encontra tudo que diz respeito ao Rn e ao meio ambiente e especialmente ao ambiente residencial. A legislação federal americana estabeleceu regras absolutamente claras acerca de como deve ser a ação para tornar os lares livres do Rn.

Esta preocupação nasceu desde, coincidentemente, 1988, ano em que a Carta Magna brasileira foi promulgada, ainda fazendo brotar a legislação ordinária que torna a Constituição funcional. Em 1988 vem a lume a lei americana que começa determinando como deve ser a convivência com o Rn.

Ab initio a legislação americana estabelece uma meta, de longo prazo, bastante clara: o ar dos edifícios deve ser tão livre de Rn quanto o ar exterior.

Em 28 de outubro de 1988 foram publicadas pelo Congresso americano as atribuições da EPA sobre o Rn deixando claro seu papel, seus prazos, seus convênios, seu orçamento e a responsabilidade de seu Administrador.

⁹⁸Minayo e Miranda (orgs., 2002, p. 174) denomina a relação entre saúde e meio ambiente como produto da década de 1970, quando surgiu aquilo que denomina de “enfoque ecossistêmico de saúde e qualidade de vida”. Na opinião das autoras citadas o “enfoque ecossistêmico” considera os fatores ambientais como determinantes para a qualidade de vida. Segundo as mesmas daí nasceram várias ações sistematizadas em diversos campos do conhecimento destinadas a compreender o quanto o meio pode influenciar a saúde. Neste sentido podemos incluir o nascimento da Agência americana como produto da cultura desta época.

Toda a legislação da EPA pode ser encontrada no site do Governo dos E.U.A. de forma pública e transparente (<https://www.gpo.gov>). É o *United States Government Publishing Office*. Este site é um repositório semelhante ao (www.planalto.gov.br) onde está sediada a legislação brasileira. Está localizada física e virtualmente no *United States Code (US Code), Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2661-2671*. Nesta codificação encontra-se a norma que gerou, nos E.U.A., toda atenção relacionada com o Rn.

Aí se encontram, em linhas gerais, todas as primeiras atribuições da EPA perante a questão do radônio e sua relação com câncer. A partir desta publicação a EPA será a gestora de tudo quanto relacionado ao radônio *indoor*.

Não se tem no Brasil nenhum dispositivo que oriente a absorver as normas estrangeiras, embora a administração pública, na persecução da eficiência, se globalize aproveitando o que há de melhor nas experiências externas.

A legislação brasileira, por sua vez, reconhece como atos internacionais e participa, no âmbito do direito público internacional, de vários tipos, tais como: Acordos, Acordos por trocas de notas, Ajustes ou acordos complementares, Convenções, Convênios, Memorandos de entendimentos, Protocolos, Tratados, etc. O Brasil se fidelizou como signatário dos documentos das Nações Unidas. Diferentemente, os E.U.A., que não costumam ratificar com assiduidade os acordos das Nações Unidas e seus órgãos, terminaram criando regras diferentes. A AIEA estabeleceu regras que não são seguidas à risca pelo governo dos E.U.A. Estes criaram a EPA com o intuito de dar segurança sanitária a seu próprio país. A EPA a partir desta legislação foi autorizada a proceder produzindo protocolos, procedimentos, regras, inspeções, aperfeiçoamento de pessoal, divulgação, enfim, toda uma sorte de ações para que a meta, desde logo anunciada, fosse alcançada. A EPA passou a exercer a soberania sobre os assuntos relativos ao radônio nos ambientes de confinamento: casa, escola, trabalho, etc. Onde se encontra o homem e o risco de doenças, na sociedade estadunidense, a EPA está legitimada a legislar.

Suas funções, no Brasil, conforme anteriormente citadas, estariam na esfera das atribuições de agências reguladoras e de vários ministérios, isso fazendo uma hermenêutica bastante larga do que se tem, genericamente, de competências.

Por falta de legislação específica, no Brasil, não se faz os controles que são feitos na América (E.U.A.) nem tão pouco aquilo que a OMS recomenda, apesar de o Brasil ser signatário de seus acordos.

Kabat (2010, pp.129-137) ao explicar que a EPA entrou num debate político durante a administração Reagan⁹⁹ assumindo o dever de alertar a sociedade sobre os riscos do radônio doméstico uma vez que pesquisas isoladas indicavam a existência de um problema e o dever governamental exigia uma ação. Em agosto de 1986 a EPA lança dois importantes documentos: *Radon Reduction Methods: A Homeowner's Guide* e *Citizen's Guide to Radon: What It Is and What to Do About It*. Tais documentos, na opinião do supracitado autor, eram desprovidos de lastro científico o que levou o Congresso americano, finalmente, no mesmo ano a promulgar o *Radon Gas and Indoor Air Quality*, e percebendo também a insatisfação deste diploma editou dois anos depois o *Indoor Radon Abatement Act*.

Foram atribuídas pelo Legislativo Federal¹⁰⁰ à EPA e ao *United States Department of Housing and Urban Development* (HUD) as seguintes funções:

1. Determinou ao HUD¹⁰¹ que desenvolva políticas capazes de reduzir a contaminação indoor (interna) utilizando-se daquilo que for normatizado pela EPA;
2. Que o HUD seja órgão auxiliar da EPA na persecução das metas;
3. Determinou que o Secretário da HUD devesse propor uma política que contemple um programa de educação, pesquisa, testes e mitigação de riscos que oferece o radônio *indoor*;
4. As políticas sugeridas e criadas pelo HUD devem considerar os dados estabelecidos pela EPA, tais como índices de tolerância, valores, medidas, técnicas, etc.
5. Criar política que ao ser proposta deve: identificar níveis de Rn elevados, identificar momento de tomar providências, mapear lugares mais propensos, etc.
6. Política de diminuição do radônio *indoor* após ouvir diversos setores tais como: HUD, EPA, governos estaduais, municipais, setor imobiliário, associações de consumidores, organizações de saúde, organizações profissionais, conselhos de classe, especialistas, etc.

A legislação acima foi muito além. Foi didática. A didática é uma função das boas leis. Especialmente das leis destinadas ao homem comum. Estabeleceu a data

⁹⁹Ronald Reagan (1911-2004), 40º presidente dos E.U.A. Foi presidente entre 1981-1989.

¹⁰⁰US Code, Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2661-2662. Disponível em: <http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section2661&num=0&edition=prelim>>. Acesso em 02 maio 2015.

¹⁰¹ Departamento de Habitação e Desenvolvimento Urbano dos E.U.A.

de 01 de junho de 1989, cerca de 6 (seis) meses pós-publicação da Lei para divulgação de uma cartilha ilustrativa destinada ao cidadão comum e com previsão de revisão quando se fizer necessário. Quando a linguagem não atingir adequadamente o destinatário ou quando novos conhecimentos forem acrescentados à questão esta deve ser reformulada mantendo-se atualizada.

Esta cartilha ou guia¹⁰² destinado ao cidadão e desenvolvido pela EPA deve conter diversas informações importantes, tais como:

1. Deve informar o que causa e qual o nível do comprometimento à saúde;
2. A possibilidade de riscos relacionados com as populações potencialmente expostas, tais como trabalhadores em ambientes de confinamento, etc;
3. Previsão de custos para redução do Rn em edifícios novos e os já construídos;
4. Viabilidade tecnológica para implantação de meios e técnicas para redução do Rn *indoor*;
5. Esclarecimento acerca da clareza das aferições de médio e longo prazo acerca da concentração *indoor*;
6. Mapa do Rn em todo o território estadunidense.

Além dessa cartilha ou guia para os cidadãos, didaticamente determinada sua criação, a norma estendeu a competência da EPA passando a mesma, também¹⁰³:

1. Estabelecer os padrões arquitetônicos, com auxílio de entidades competentes, para os novos edifícios de modo a mitigar o Rn *indoor*. Estes novos padrões devem ser submetidos à apreciação pública. Os novos padrões devem levar em consideração as características peculiares de cada região, tais como clima, cultura, relevo e outras variáveis relevantes para minimização do Rn;
2. Deve a EPA dizer as agências desenvolvedoras de modelos de construção quais são as suas normas;
3. As autoridades públicas devem seguir as normas da EPA.

São atribuições essenciais da EPA:

1. Auxiliar os programas estaduais de mitigação ao Rn;
2. Criar um comitê, especialmente voltada à divulgação das formas de mitigação. Este comitê deve disponibilizar materiais de publicidade, pesquisa, para dar amplo conhecimento à sociedade;

¹⁰²USCode, Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2663.
<http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section2663&num=0&edition=prelim>>. Acesso em 02 maio 2015.

¹⁰³USCode, Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2664. Disponível em: <
<http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section2664&num=0&edition=prelim>>. Acesso em: 02 maio 2015.

3. Criar uma certificação para determinar objetivamente as qualidades de técnicas e procedimentos;
4. Oferecer um programa de treinamento e aperfeiçoamento dos profissionais de áreas que lidem com a mitigação;
5. Publicação de materiais e métodos de mitigação;
6. Acompanhar os programas estaduais de monitoramento em residências de baixa renda;
7. Troca de informações com os programas estaduais estabelecendo fluxo de dados entre os diversos programas;
8. Estabelecimento de métodos em edifícios não residenciais do tipo creches.

Deve ainda a Agência, por autorização da norma federal¹⁰⁴:

1. Prestar assistência técnica aos estados no desenvolvimento de suas políticas de mitigação;
2. Conceber para estes estados programas educativos;
3. Projetar e implementar programas estaduais;
4. Comunicar ao sindicato patronal das empresas privadas da construção civil as metodologias, técnicas de mitigação adotadas pela agência.

Para todos estes fins, terá verba própria com destinação reservada em conta própria do Tesouro. A EPA deverá buscar o auxílio de outras agências governamentais no intuito de criar técnicas, métodos, protocolos para não só detectar o radônio, mas também sua descendência (decaimento).

A EPA foi ainda incumbida de desenvolver um selo de qualidade para os produtos que testam e para os serviços que detectam o Rn. A EPA também poderá determinar o *recall* dos produtos que não atendam aos requisitos de qualificação determinados. Servirá de suporte para os estados confederados no sentido de minorar o Rn. A EPA deve inclusive reservar fração de seu orçamento anual para os programas de auxílio.

As escolas não ficaram de fora, pois as atribuições da EPA se estendem por todos os lugares onde o homem estuda, habita, trabalha. A EPA foi encarregada de fazer, inclusive, um amplo estudo para determinar o grau de contaminação dos edifícios escolares tanto públicos quanto privados.¹⁰⁵

¹⁰⁴USCode, Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2665. Disponível em: <<http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section2665&num=0&edition=prelim>>. Acesso em: 02 maio 2015.

¹⁰⁵USCode, Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2667. Disponível em: <<http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section2667&num=0&edition=prelim>>. Acesso em: 02 maio 2015.

Em todos os casos, inclusive os relativos aos edifícios públicos, a EPA deverá criar um mapa do Rn identificando as áreas mais contaminadas e estabelecendo prioridades.

Este estudo deve considerar obrigatoriamente algumas variáveis: estrutura geológica, nível de Rn em edifícios vizinhos, características do edifício escolar.

A retro citada norma determinou inclusive, descendo a minúcias, que amostragem mínima é uma unidade escolar por área de alto risco.

A Agência deve informar ao Congresso estes achados e oferecer aos estados confederados o suporte necessário para sua mitigação. Este suporte inclui desde os testes até disponibilização de laboratórios e a criação de tecnologia para correção da insalubridade. Deve também disponibilizar esses dados e essas técnicas para os organismos educacionais.

De tudo levantado o Administrador da USEPA dará conhecimento ao Congresso em prazos preestabelecidos.

No caminho para alcançar os objetivos a Agência deve estabelecer acordos com instituições de ensino visando à formação de profissionais multiplicadores junto a universidades, faculdades, etc.

O CFR determinou aos chefes de todas as repartições públicas federais que os mesmos realizem estudos para determinar o nível de contaminação por Rn nos edifícios sob suas jurisdições. Este estudo deve incluir, inclusive, avaliação de contaminação em águas subterrâneas.¹⁰⁶

Coube como parcela de responsabilidade ao Administrador da EPA que fosse elaborada lista de edifícios federais e que fossem considerados dados geológicos, dados de níveis de Rn em edifícios circunvizinhos aos prédios federais e características físicas destes edifícios. Tal levantamento servirá para determinar o grau de exposição e para criação de meios de mitigação.

A EPA deverá realizar testes ou recomendar laboratórios para levantamento de dados acerca de graus de exposição em edifícios públicos federais de forma que se saiba muito bem o quanto o servidor público federal estadunidense está exposto. A EPA assistirá diretamente os gestores de tais órgãos abrigados nestes edifícios.

Embora a USEPA seja, na tripartição dos poderes da confederação

¹⁰⁶ USCode, Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2669. Disponível em: <<http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section2669&num=0&edition=prelim>>. Acesso em 02 maio 2015.

americana, instituição do Poder Executivo, a esta foi delegada a função de produzir seus próprios regulamentos, de forma que, claramente dispõe de autonomia legislativa para que suas próprias decisões possam ser executadas.¹⁰⁷

Neste sentido coube ainda EPA a função de classificar os poluentes nocivos do ar (*HAPsv- Hazardous Air Pollutants*). Sempre que necessário a EPA acrescenta um novo item ao inventário de emissões tóxicas (*TRI-Toxic Release Inventory*). O radônio foi incluído neste elenco.

Certamente foi a Lei do Ar Puro (*Clean Air Act*), de 1970 e suas alterações posteriores criaram a cultura jurídica norte americana que corroborou para o chamado “direito de saber” (MILLER JR, 2007, p. 412).

A EPA, enfim, recebeu a tarefa de estabelecer as normas nacionais de qualidade do ar ambiente (*NAAQs- National Ambient Air Quality*).

2.12.3 A *International Agency for Research on Cancer*

Agência parte do organograma da OMS, que é um dos braços da ONU, classifica os elementos, substâncias em grupos. São estes:

Quadro 19 - Potencial de carcinogenicidade. Adaptada

Grupo	Potencial de carcinogenicidade	Nº de agentes
1	Carcinogênico para os seres humanos	119
2A	Provavelmente carcinogênico para humanos	81
2B	Possivelmente cancerígeno para os seres humanos	292
3	Não classificável quanto à sua carcinogenicidade para os seres humanos	505
4	Provavelmente não é cancerígeno para os seres humanos	1

Fonte: (IARC) <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>

A IARC lançou o ²²²Rn e os produtos de seu decaimento no grupo 1, no grupo dos que, certamente, se sabe que é cancerígeno. Se fundamenta em três trabalhos

¹⁰⁷ USCode, Title 15, Chapter 53, Subchapter III, section 2670. Disponível em: <<http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section2670&num=0&edition=prelim>>. Acesso em 02 maio 2015.

científicos: *Man-made Mineral Fibres and Radon; Ionizing Radiation, Part 2: Some Internally Deposited Radionuclides; Radiation: a review of human carcinogenics.*

Tais monografias, assim pela IARC denominadas, são estudos realizados por um grupo permanente de trabalhos que avaliam os riscos da carcinogenicidade para humanos. As referidas monografias se respaldam em amplo espectro bibliográfico e por isso referenciam-se e referenciam outros trabalhos. Notável é a diversidade temporal. Na ordem em que se apresentam: 1988, 2001 e 2012. Este sortimento temporal também indica que o lançamento em 2012 na *Agents Classified...* deu-se depois de delongado exame.

A IARC não recomenda ações em seus documentos, mas apenas constata o fenômeno, ou seja, apenas associa a malignidade ao elemento químico, ou seja, só muito recentemente (2012) a IARC (ONU) lançou no rol dos carcinogênicos o Rn como um dos (Grupo 1) agentes mais nocivos à saúde. Vê-se, portanto, a crescente e recente constatação de seus malefícios sendo gradativamente incorporado dente as recomendações deste organismo transnacional.

2.12.4 A ***International Commission on Radiological Protection***

A *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) ou Comissão Internacional de Proteção Radiológica é uma instituição sem fins lucrativos, de natureza científica, especialmente voltada para pesquisa sobre os efeitos da radiação sobre a saúde. Em razão de sua natureza não governamental não produz normas de cunho obrigatórias sequer onde se sedia. Suas normas são recomendações que podem ser acolhidas tanto por governos quanto por entidades privadas. Se governo, será submetida a processo de recepção. Se entidade privada será incorporada como protocolo, procedimento, parâmetro, meta, etc.

A ICRP em seus anais publiciza dados, como recomendações, para orientar indistintamente aos governos, organismos e organizações, acerca dos níveis de radiação e seus efeitos. Nesse sentido além de produzir documentos tem como objetivo sua divulgação. Para tais fins se divide em 5 (cinco) grupos. Um deles, inclusive, se ocupa da universalização do conhecimento e gerindo repositório de versões traduzidas de seus próprios documentos com o fim claro de sensibilizar o máximo de público possível.

A ICRP se divide em cinco comitês, que são para: 1) Efeitos de radiação; 2) Doses de radiação; 3) Proteção em medicina; 4) Aplicação das recomendações da Comissão; 5) Proteção do ambiente. Suas recomendações são amplamente acatadas pela CNEN. A CNEN internaliza as recomendações como se nacionais fossem. A proteção radiológica nacional é essencialmente de origem estrangeira, baseando-se nos anais desta prestigiada instituição.

A matriz da proteção radiológica brasileira tem sido os documentos da ICRP. A principal matéria de proteção radiológica ainda é alusiva, quase que exclusivamente, a uso médico de substâncias e equipamentos odontológicos e hospitalares. Da leitura de seus anais se nota evidente vocação da instituição para o campo médico e da leitura dos seus documentos incorporados a igual inclinação para agasalhar as exortações no horizonte da saúde-médico-hospitalar. Foram atendidas as orientações da ICRP pela CNEN onde a identidade é verificada nos seguintes documentos dentre outros:

Quadro 20 - Relação entre documentos da ICRP e CNEN

ICRP	CNEN
ICRP Publication 60	Posição Regulatória 3.01/003:2011 Posição Regulatória 3.01/011:2011

Fontes: ICRP, CNEN

Não é excessivo dizer que a CNEN, embora não haja objeção legal, não normatizou a exposição natural nos termos aqui propostos. Em parte decisão política, em parte decisão acadêmica.

Em razão de posição estratégica a radioproteção nacional é basicamente importada, não diminuindo seu prestígio este fato. Há que se registrar que, de fato, a radioproteção, como domínio acadêmico, não alberga necessariamente a radioatividade natural. Nesse sentido não é de se esperar que a radioproteção, como disciplina, se ocupe dos efeitos do radônio sobre a saúde, vez que, na conjuntura pela qual se apresenta não se apodera deste radioelemento e sua relação com a saúde ocupacional.

Apesar desta associação ser algo plausível diga-se que a ICRP Publication 60, de 1991, que fundamenta as posições regulatórias da CNEN foi atualizada, quanto a sua metodologia pela ICRP Publication 123, de 2007, trazendo dados

acerca de exposição como um todo. A ICRP, em razão de sua natureza, está em constante aperfeiçoamento, muito embora suas orientações de cunho científico sirvam muito mais à comunidade científica que propriamente à comunidade como um todo. Assim mais uma Publicação veio a lume: ICRP Publication 2016, comunicando novos achados acerca da questão.

Há que se dizer ainda que a ICRP é uma instituição privada, que comercializa seus estudos. Suas publicações não são gratuitas e não têm qualidade governamental.

2.12.5 A **United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation**

A UNSCEAR - *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*¹⁰⁸ ou Comitê Científico das Nações Unidas para os Efeitos da Radiação Atômica, embora tenha em sua atenção a radiação ionizante natural, esta instituição, parte do organograma da ONU, se inclina fortemente sobre as consequências que o uso da energia atômica e as armas nucleares podem carrear à vida e o meio ambiente. No que pese inclusive sua denominação por extenso, a UNSCEAR vai além.

É da alçada da UNSCEAR, isto posto, as questões relativas à radiação ionizante.¹⁰⁹ Subsiste, à vista disto, no plano da UNSCEAR, a aptidão para expedir orientações aos países membros na perspectiva de sensibilizá-los à promoção de ações no sentido de reconhecer a exposição para determinados elementos químicos e seus processos de obtenção de energia e seus usos militares. Assim foi definido pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 1955 o papel da UNSCEAR quando de sua criação:

The General Assembly,

Recognizing the importance of, and the widespread attention being given to, problems relating to the effects of ionizing radiation upon man and his environment,

Believing that the widest distribution should be given to all available scientific data on the short-term and long-term effects upon man and his environment

¹⁰⁸A UNSCEAR está localizada em Viena, Áustria.

¹⁰⁹A UNSCEAR foi criada pela Resolução 913 (X) da ONU em 3 de dezembro de 1955 e desde esta época assumiu o papel de difundir o conhecimento científico acerca dos efeitos da radiação. Disponível em: [http://www.unscear.org/unscear/en/general_assembly.html#Resolution%20913%20\(X\)](http://www.unscear.org/unscear/en/general_assembly.html#Resolution%20913%20(X)). Acesso em: 18 mar. 2017.

of ionizing radiation, including radiation levels and radioactive "fall-out", (...). (UNSCEAR, 1955).

Para tanto, tem expedido orientações para que seus subscritores as ratifiquem ou para que quaisquer organismos ou organizações referenciem suas políticas. Assim foram publicados diversos documentos, entre eles o que municia a própria Assembleia Geral. A UNSCEAR funciona também como instrumento auxiliar. Relatório de 2012 sobre o cenário do radônio chama a atenção para o problema:

Now, however, there are more than 20 case-control studies of lung cancer and radon exposure in homes. While individual studies have limited power, pooled analyses of European [D1, D2], North American [K5, K6] and Chinese [L6] studies provide a clear demonstration that an increased frequency of lung cancer is significantly associated with radon exposure. Taken together with application of the Bradford Hill guidelines (in particular, strength, plausibility, consistency, specificity, temporality, and biological gradient, see [H6], there is good evidence that an increased frequency of lung cancer can be attributed to radon exposure in dwellings when concentrations are significantly higher than average. In one study [D1], the dose-response relationship appeared to be linear without threshold and the excess relative rate at a concentration of 100 Bq/m³ was statistically significant at the 95% confidence level (annex E of UNSCEAR 2006 Report [U11]). Thus, it could be concluded that an increased risk of lung cancer in a population exposed to a concentration of radon of 100 Bq/m³ could be predicted under certain conditions. (UNSCEAR, 2012, p. 76).

Observa-se por esta passagem que o órgão técnico auxiliar da Assembleia Geral das Nações Unidas é categórico ao afirmar que o câncer de pulmão pode ser associado, com nível de confiança de 95% ao radônio quando estes níveis ultrapassam o valor 100Bq/m³.

O mesmo relatório, baseado em um estudo de caso em Winnipeg, Canadá, afirma que o risco aumenta proporcionalmente ao nível de exposição. Esse risco é diferenciado para o indivíduo que é fumante.

Quadro 21 - Relação entre radônio e tabagismo: incremento

Concentração de ²²² Rn (Bq/m ³)	Risco aumentado	Risco de vida por câncer de pulmão ^a (%)			
		Homens fumantes	Homens não fumantes	Mulheres fumantes	Mulheres não fumantes

Linha de base ^b	0%	12	0.9	6.8	0.6
100	16%	14	1.0	7.9	0.7
150	24%	15	1.1	8.4	0.7
300	48%	18	1.3	10	0.9
400	64%	20	1.5	11	1.0

Fonte: UNSCEAR (2015, p. 84)

A conclusão que a própria UNSCEAR, baseado no estudo de Winnipeg, faz é a de não é possível associar o câncer de pulmão unicamente ao radônio, que também não é possível desassociá-lo. Verificou nesta cidade em 117 imóveis, para uma população estimada de 500 indivíduos/moradores. Inferiu a partir da observação que o radônio se associa ao câncer na proporção acima detalhada. Conclui também que as condições de exposição continuem prolongadas, ou seja, não é uma exposição fortuita que leva ao câncer, mas sim uma exposição longa, mesmo que seja a baixos índices. A UNSCEAR considera também a referida amostragem como baixa ainda que seja confiável sua metodologia e recomenda mais estudos para compreensão deste fato.

O estudo em tela, objeto desta dissertação, considerou cerca de 42 salas de aula/laboratórios e outras dependências com uso de 123 dosímetros, muito embora não se tenha procurado a associação que a UNSCEAR fez (entre radônio e câncer), mas tão somente o índice de concentração, sem associar, inclusive, a baixa exposição temporal, quando não esporádica ou eventual, do público (indivíduos).

Por ora, é de se concluir que índices de concentração acima de 100Bq/m³ já são associados, com boa margem de certeza, ao câncer de pulmão. Abaixo deste valor a metodologia adotada não associa, muito embora não se descarte. Não se associa, pois abaixo desse valor outros fatores influenciam fortemente a ponto de não se saber até onde esta variável (o radônio) tem significância.¹¹⁰

¹¹⁰An increased frequency of lung cancer among miners had been attributed to exposure to radon in mines. On the basis of the pooling of results from large epidemiological studies, an increased frequency of lung cancer in the general population can now be attributed to exposure to radon in homes at elevated levels, specifically at concentrations greater than about 100 Bq/m³. Consequently, the lifetime risk of lung cancer in a population exposed to such elevated levels of radon (which is the case in the Winnipeg study), can be predicted provided that the exposure conditions remain constant for extended periods. The predicted increased frequency of lung cancer is unlikely to be observable among the people living in the Winnipeg homes sampled because of the small numbers involved; however, if the size of the population exposed at the same levels were large enough, then the predicted increased frequency is potentially observable (i.e. the prediction is, in principle, testable).

Suas recomendações ainda não foram assimiladas por entidades governamentais brasileiras através de políticas públicas de saúde, tampouco foram recepcionadas pelo Legislativo.

A associação entre tabagismo e concentração de radônio é interpretada como importante, mas não como necessária. No Brasil, o hábito de fumar despencou drasticamente na última década.¹¹¹ Esses dados devem ser interpretados com cautela uma vez que os hábitos culturais, o clima, interferem na quantidade de horas que um indivíduo de Winnipeg permanece confinado, possivelmente muito diferente nos trópicos.

A metodologia da UNSCEAR pode ser aplicada, mas os resultados, aqui, certamente poderão ser diferentes e as conclusões também. Embora estas ressalvas sejam feitas há que se considerar a importância dos documentos da UNSCEAR em razão da credibilidade dos seus dados em função do *staff* de seus colaboradores. Desse modo podemos considerar, até que dados se mostrem mais apurados que os imóveis devem ser mantidos com nível de concentração abaixo de 100Bq/m³ para um imóvel, cujos indivíduos que ali habitam quando não fumantes se adotadas as recomendações da ONU (UNSCEAR).

2.13 O RADÔNIO NA EUROPA

O panorama do tratamento jurídico dado ao radônio é peculiar a cada nação. Aqui é explorado o cenário legal e jurídico na Europa a partir das orientações estabelecidas pela EURATOM ou Comunidade Europeia de Energia Atômica (CEEA). Esta instituição tem estatuto jurídico próprio e foi criada pelo Tratado de Roma em 1957, quando foi criada também a Comunidade Econômica Europeia.

As orientações emanadas pela EURATOM embora não legisle sobre as nações signatárias, fazem surgir normas locais que, gradativamente, colaboram para se ter, sem ferir a soberania local, leis e normas uniformizadas e protetivas nos países subscritores. Na seara das recomendações da EURATOM identifica-se um vasto conjunto de orientações para que as nações europeias se adaptem.

B38. An observed lung cancer in an individual cannot be unequivocally attributed to radon exposure (other possible causes cannot be excluded on the basis of a counterfactual analysis). (UNO, 2015).

¹¹¹Segundo dados do Ministério da Saúde somente na última década a queda na população de fumantes despencou 30,7%. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/17921-numero-de-fumantes-no-brasil-cai-30-7-nos-ultimos-nove-anos>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

Conceituam, sugerem, programam, estabelecem valores para a convivência com o radônio. Na Espanha, por exemplo, assim como em quase toda a Europa o tratamento jurídico ao radônio ainda é nascente, mas já demonstra inovações jurídicas capazes de amparar a sociedade.

Ferrer (2003, p.14), jurista espanhol, em sua obra *El radon: Tratamiento Jurídico de un Enemigo Invisible* apresenta as fontes naturais de radiação ionizante como sendo de três tipos: 1) radiação cósmica; 2) radiação emitida por substâncias presentes na crosta terrestre não alterada; 3) radiação dos isótopos radioativos contidos no próprio organismo humano.

Chama atenção para o fato de que na Espanha, especialmente, as fontes naturais de radiação sempre ficaram a margem de um tratamento jurídico.

A Espanha, por exemplo, assumiu o compromisso de cumprir com o definido pela Diretiva EURATOM (nº 90/641) somente em 2001 ao promulgar o *Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección contra radiaciones*, onze anos, portanto, depois das orientações da EURATOM (ESPANHA, 2001). Em sua parte expositiva traz:

El artículo 2. b) del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) dispone que la Comunidad deberá establecer normas uniformes de protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resulten de las radiaciones ionizantes, dirigidas a señalar las dosis máximas admisibles que sean compatibles con una seguridad adecuada, los niveles de contaminación máximos admisibles y los principios fundamentales de la vigilancia sanitaria de los trabajadores.

En consecuencia, han emanado del Consejo sucesivas disposiciones de obligado cumplimiento para los Estados miembros, entre las que se pueden citar la Directiva 80/836/EURATOM y la Directiva 84/467/EURATOM, que establecen las normas básicas de protección sanitaria de la población y los trabajadores contra los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes, completadas por otras medidas de acompañamiento contenidas en la Directiva 84/466/EURATOM, sobre medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos, o en la Directiva 90/641/EURATOM, relativa a la protección operacional de los trabajadores exteriores con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.¹¹²

¹¹² A Diretiva Euratom 2013/59 modificou o entendimento da Diretiva 90/641. Chama a atenção aqui para o fato de uma legislação nacional que se baseia em diretivas que constantemente estão em processo de modificação. Isso não garante segurança jurídica. A Segurança Jurídica vem de certezas, previsibilidade, etc. Um construtor imobiliário não investiria num país, com as características jurídicas muito particulares, onde o índice de radônio hoje é 400 Bq/m, amanhã poderá ser 300 Bq/m³.

Embora tenha assumido compromissos claros com a União Europeia a Espanha também se encontra desprotegida com relação ao radônio doméstico. Este ficou de fora. Este mesmo *Real Decreto* excluiu o radônio *indoor* doméstico:

El presente reglamento no se aplicará a las situaciones de exposición al radón en las viviendas, ni a los niveles naturales de radiación, es decir, a los radionucleidos contenidos naturalmente en el cuerpo humano, los rayos cósmicos a nivel del suelo, y la exposición en la superficie de la tierra debida a los radionucleidos presentes en la corteza terrestre no alterada. (grifo nosso) (ESPANHA, 2001).

O *Real Decreto* contemplou trabalhadores, grávidas, estudantes, crianças em ambientes ocupacionais e/ou de estudo, mas não contemplou o cidadão em seus lares. O direito espanhol avançou no sentido de estabelecer valores para a exposição individual e fez clara opção para **não** regulamentar a construção civil residencial. Expressamente declarou que esta não seria contemplada.

Importante frisar que a Comunidade Europeia encontra-se submetida a um sistema legislativo comum e que não fere a supremacia, mas evolui para unificação das normas. Neste sentido é de se entender que há forte tendência que a legislação de toda Comunidade Europeia passe a considerar o radônio um inimigo invisível a ser combatido, inclusive nas residências. A *Recomendación de la Comisión, de 21 de febrero de 1990 relativa a la protección de la población contra los peligros de una exposición al radón en el interior de edificios EURATOM* (nº 143/1990), desde 1990, considera, segundo Ferrer (2003, p. 95), que

En muchos Estados miembros cada vez se es más consciente de los riesgos de la exposición de la población al radón en el interior de edificios. Algunos países ya han adoptado o están adoptando políticas de control de dosis.

Corresponde a la Comisión armonizar las disposiciones de los Estados miembros para la aplicación de las normas básicas de seguridad para la protección sanitaria del público en general contra los peligros que resultan de las radiaciones ionizantes.

Desde 1990, portanto a EURATOM (nº143/1990) estabeleceu recomendações para todos os países membros da Comunidade Europeia. Tais recomendações, estão adentrando ao ordenamento jurídico dos países membros de forma gradativa sendo assimilado ao longo de décadas. A *Recomendación* acima estabeleceu em 1990:

1. Que se establezca un sistema adecuado para limitar toda exposición a las concentraciones de radón en el interior de edificios. Que, dentro de este sistema, se preste especial atención a la adecuada información al público y a la respuesta a las preocupaciones de éste.

2. Por lo que respecta a los edificios ya existentes:

a) que se utilice un nivel de referencia para el examen de las acciones correctoras que, caso de superarse, deberán prever medidas sencillas, pero eficaces, dirigidas a reducir el nivel de radón;

b) que el nivel de referencia corresponda a un equivalente de dosis efectiva de **20 mSv por año**, lo que puede considerarse, a efectos prácticos, como el equivalente de una concentración media anual de gas radón de **400 Bq/m³**;

c) que el grado de urgencia de estas acciones correctoras dependa de la medida en que se haya superado el nivel de referencia;

d) que cuando se consideren necesarias las medidas correctoras, se informe al público de los niveles de radón a los que está expuesto y de los remedios disponibles para reducir tales niveles.

3. Por lo que respecta a las futuras construcciones:

a) que se utilice un nivel de diseño para ayudar a las autoridades competentes en la elaboración de reglamentos, normas o códigos de práctica de la construcción aplicables a los casos en que se pueda superar el nivel de diseño;

b) que el nivel de diseño corresponda a un equivalente de dosis efectiva de **10 mSv por año**, lo que puede considerarse, a efectos prácticos, como el equivalente de una concentración media anual de gas radón de **200 Bq/m³**; (grifo nosso)

c) que se suministre información a todos aquellos que participen en la construcción de edificios nuevos, en la medida en que sea pertinente, sobre los posibles niveles de exposición al radón y sobre las medidas preventivas que puedan tomarse.

4. Que cuando se determinen las medidas correctoras o preventivas, se apliquen los principios de optimización de conformidad con las normas básicas de seguridad de la Comunidad .

5. Que, dadas las variaciones diarias y estacionales de los niveles de radón en el interior de edificios, las decisiones sobre protección radiológica se basen, por lo general, en las mediciones medias anuales de gas radón o sus descendientes en edificios afectados, realizadas utilizando técnicas de integración. Que las autoridades competentes velen por que dichas mediciones posean la calidad y fiabilidad adecuadas.

6. Que se establezcan criterios para identificar las características de regiones, lugares y edificios que puedan estar asociados a niveles elevados de radón en el interior de edificios. Que puedan utilizarse niveles de investigación para los parámetros subyacentes (por ejemplo, la radiactividad en el suelo y de los materiales de construcción, la permeabilidad del terreno, etc.) para la identificación de las circunstancias de tales exposiciones.

O Real Decreto 783 de 2001 optou por não seguir **soberanamente** as recomendações da EURATOM. Descarta-se aqui, na apreciação da situação da

Espanha as questões regionais com suas condições próprias de autonomia que, sobretudo interferem na adoção de norma comum. Não é o caso, por exemplo, do Brasil, em que a legislação federal é uma só para todo o país e as legislações estaduais e municipais muito se assemelham à legislação federal. A heterogeneidade da legislação espanhola talvez seja tão diversificada quanto a legislação norte americana.

Ferrer (2003, p. 61) sugere que toda população tenha ao menos o direito de saber sobre o radônio e seus efeitos sobre a saúde, onde estão localizadas as zonas de maior concentração, os limites e os riscos atrelados, como se medir a concentração e o que se pode fazer para minimizar os problemas.

A Espanha caso venha recepcionar as Recomendações da EURATOM (90/143) deverá trabalhar com dois índices: **400 Bq/m³** médio por ano para os edifícios já construídos e **200 Bq/m³** médio por ano para os edifícios novos.

Colgan e McGarry (2008, p. 8) trouxeram a seguinte tabela que relaciona o risco de morte e algumas causas e comparados com índices de concentração de radônio na população irlandesa:

Quadro 22 - Relação entre causas e probabilidades de mortes

Causas de mortes	Riscos
Câncer	1 em 8
Bebidas alcoólicas	1 em 40
Acidentes – residências	1 em 60
Acidentes – trânsito	1 em 80
Homicídio	1 em 1.200

Acidentes nucleares	1 em 75.000.000
Exposição a 200 Bq/m ³ de radônio	1 em 50
Exposição a 1 Bq/m ³ de radônio	1 em 10.000

Fonte: Colgan e McGarry (2008, p. 8). (tradução nossa)

Neste sentido é de se crer que no caminho para adoção desta Recomendação deverão os ordenamentos jurídicos dos signatários também estabelecer normas posteriores para que os novos edifícios sejam construídos para se garantir esta concentração de **200 Bq/m³**. Essa será uma segunda tarefa. A construção civil deve estabelecer novos conceitos acerca de salubridade. Essa é uma das recomendações para os novos edifícios. Fazer parte da Comunidade Europeia exige um alto custo de adaptação.

Ferrer (2003, pp. 12-13) ainda chama a atenção para o fato de que a EPA, nos EUA, estabeleceu que níveis entre **2 e 4 pCi/L ou 74 e 148 Bq/m³** já são considerados como níveis de atenção. Valores acima de **4 pCi/L**, ou seja, são de imediata ação. Compreende-se, portanto, que a Recomendação da EURATOM trabalha com valores mais altos e muito acima daquilo que os norte americanos aceitam.

Ferrer (2003) apreciando o direito comparado volta-se para os EUA de onde, parece, não é possível se afastar. Lembra que o *Indoor Radon Abatement Act* de 1988 acabou por criar uma rede de Códigos de Condutas Voluntários. As leis de mercado do setor imobiliário acabaram por dar origem a um exigente, diversificado e promissor mercado onde os imóveis passaram a ter certificação para radônio. Nos EUA os Códigos de Condutas Voluntários são produtos autônomos muito mais do direito consumerista que propriamente do direito público.

Nos EUA onde o *laissez faire, laissez passer* criou e aperfeiçoou técnicas, se oferecem serviços onde imprescindivelmente nada se faz sem que a salubridade para o radônio esteja comprovada nos imóveis eventualmente negociados.

Na seara do direito comparado Ferrer (2003, pp.68-69) informa-nos que na Inglaterra o *National Radiological Protection Board* estabeleceu, em 1987, que os níveis não deveriam ultrapassar **400 Bq/m³** para edifícios já construídos e **100 Bq/m³** para os novos. Em 1990 os níveis médios anuais dos edifícios já construídos

foram rebaixados para **200 Bq/m³**. Esses índices são oriundos do atendimento ao *Building Regulation*, ao *Building Act* e ao *Local Government Act*.

Na Suíça, cada cantão, segundo Ferrer (2003, p. 69), em razão de sua autonomia, estão livres para legislar acerca do radônio, não dependendo de uma competência federal para tratar do tema. Embora tenham liberdade para legislar os cantões suíços seguem normas gerais tais como o Ordenamento sobre Radioproteção.

A Suíça, desde 1994, na *Ordonnance sur la radioprotection* aceita valores mais altos, considerando **1000 Bq/m³** para o radônio residencial.

Section 3. Concentrations accrues de radon. Art. 110 Valeurs limites et valeur directrice. 1. La valeur limite applicable aux concentrations de gaz radon dans les locaux d'habitation et de séjour est de 1000 becquerels par mètre cube (Bq/m³) en moyenne par année. 2. La valeur limite applicable aux concentrations de gaz radon dans les secteurs de travail est de **3000 Bq/m³** en moyenne par horaire mensuel de travail. 3. Lorsqu'une personne exposée aux rayonnements dans l'exercice de sa profession est en outre exposée à des concentrations de radon supérieures à **1000 Bq/m³**, la dose accumulée supplémentaire due au radon doit être prise en compte dans le calcul de la dose annuelle admise fixée à l'art. 35. 4. Pour autant que des travaux de construction simples permettent de l'atteindre, la valeur directrice de 400 Bq/m³ est applicable en matière de construction ou de transformation de bâtiments (art. 114) ainsi que d'assainissement de bâtiments (art. 113 et 116). (**grifo nosso**)

Embora se considere **1000 Bq/m³** ao se atingir **400 Bq/m³** deve se agir para interferir no edifício mitigando a ação do Rn. Embora valores mais altos chamem atenção para o fato de considerar como média dos valores do ambiente de trabalho com o do ambiente residencial.

Na Alemanha, embora não se tenha uma legislação como norma pública para tal fim, estabeleceu-se, que os limites não devem passar de **250 Bq/m³**, quando intervenções devem ser feitas (FERRER, 2003, pp. 69-71).¹¹³ A Espanha, tem uma legislação específica e recente, de 2000, que é a *Ley de Ordenación de la Edificación*. Em sua disposição final segunda ficou consignado que seria editado um Código Técnico da Edificação para pormenorizar aquilo que a Lei de Ordenação da Edificação não contemplou. Este Código regulará: *Disposición final segunda. Autorización al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación*.

¹¹³No capítulo relativo à qualidade do ar na Alemanha será tratada esta questão.

Se autoriza al Gobierno para que, mediante Real Decreto y en el plazo de dos años a contar desde la entrada en vigor de esta Ley, apruebe un Código Técnico de la Edificación que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos establecidos en el artículo 3, apartados 1.b) y 1.c).

Hasta su aprobación, para satisfacer estos requisitos básicos se aplicarán las normas básicas de la edificación-NBE que regulan las exigencias técnicas de los edificios y que se enumeran a continuación:

NBE CT-79 Condiciones térmicas en los edificios.

NBE CA-88 Condiciones acústicas en los edificios.

NBE AE-88 Acciones en la edificación.

NBE FL-90 Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

NBE QB-90 Cubiertas con materiales bituminosos.

NBE EA-95 Estructuras de acero en edificación.

NBE CPI-96 Condiciones de protección contra incendios en los edificios.

Observe-se que esta previsão de regulamentação que irá adentrar em elementos específicos tem a similar função que no direito brasileiro tem as NRs. De um modo em geral os ordenamentos jurídicos se assemelham e funcionam segundo a própria lógica do seu direito: instituições derivadas detalham o direito para que seu funcionamento seja mais eficiente.

Esta legislação, a Lei de Ordenação da Edificação, não contemplou a qualidade do ar interior, quiçá o radônio.

No que concerne ao enfrentamento jurídico ao radônio é necessário criar, diante da inexistência de previsão legal explícita, os meios para se buscar, por exemplo, uma reparação civil. Parece ser este o grande problema de todo e qualquer reparação sem amparo. A ausência de amparo não necessariamente se dá por negligência. Não há uma relação absoluta entre omissão e negligência. A omissão pode ser proposital. Possivelmente o legislador escolheu não legislar. Possivelmente os impactos causados por uma normatização deste calibre venha causar impacto na política econômica de um país ou até abalar a ideia da segurança jurídica. Possivelmente venha estabelecer custos a determinados setores da atividade econômica que venha interferir no equilíbrio de forças governamentais. Nem todos os países têm um mercado capaz de atender prontamente uma mudança comportamental desta ordem. Os EUA, em razão da imensa plasticidade de sua sociedade econômica, legislaram acerca do Rn sem se preocupar com seus atores.

Para buscar saída para demandas jurídicas sem amparo legal Ferrer (2003) chama a atenção para se fazer a hermenêutica da lei. Esse é o caminho que o operador do direito percorrerá. Não se trata de buscar brechas na lei. Trata-se de buscar interpretar o que se tem. Ferrer (2003, pp. 87-88) nos conclama a ver a figura

do vício oculto. O vício oculto também é instituto do direito brasileiro, já tratado anteriormente.

O Código Civil espanhol estabelece nos seus artigos 1484 a 1486 o seguinte:

Artigo 1484:

El vendedor estará obligado al saneamiento por los defectos ocultos que tuviere la cosa vendida, si la hacen impropia para el uso a que se la destina, o si disminuyen de tal modo este uso que, de haberlos conocido el comprador, no la habría adquirido o habría dado menos precio por ella; pero no será responsable de los defectos manifiestos o que estuvieren a la vista, ni tampoco de los que no lo estén, si el comprador es un perito que, por razón de su oficio o profesión, debía fácilmente conocerlos.

Artigo 1485:

El vendedor responde al comprador del saneamiento por los vicios o defectos ocultos de la cosa vendida, aunque los ignorase.

Esta disposición no regirá cuando se haya estipulado lo contrario, y el vendedor ignorara los vicios o defectos ocultos de lo vendido.

Artigo 1486:

En los casos de los dos artículos anteriores, el comprador podrá optar entre desistir del contrato, abonándosele los gastos que pagó, o rebajar una cantidad proporcional del precio, a juicio de peritos.

Si el vendedor conocía los vicios o defectos ocultos de la cosa vendida y no los manifestó al comprador, tendrá éste la misma opción y además se le indemnizará de los daños y perjuicios, si optare por la rescisión.

No direito brasileiro o vício e o defeito ocultos que são espécies, juntamente com a evicção, de vícios redibitórios, e encontram-se entre os artigos 441 e 444:

Art. 441. A coisa recebida em virtude de contrato comutativo pode ser enjeitada por vícios ou defeitos ocultos, que a tornem imprópria ao uso a que é destinada, ou lhe diminuam o valor.

Parágrafo único. É aplicável a disposição deste artigo às doações onerosas.

Art. 442. Em vez de rejeitar a coisa, redibindo o contrato (art. 441), pode o adquirente reclamar abatimento no preço.

Art. 443. Se o alienante conhecia o vício ou defeito da coisa, restituirá o que recebeu com perdas e danos; se o não conhecia, tão-somente restituirá o valor recebido, mais as despesas do contrato.

Art. 444. A responsabilidade do alienante subsiste ainda que a coisa pereça em poder do alienatário, se perecer por vício oculto, já existente ao tempo da tradição.

No Código Civil espanhol o direito a um ambiente saudável está presente no *Ley de Ordenación de la Edificación* fundamentando o vício oculto. No caso brasileiro os problemas são muito maiores, pois apenas cláusulas programáticas constitucionais nos servem de apoio. No caso espanhol a LOE:

Artículo 3. Requisitos básicos de la edificación.

1. Con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, se establecen los siguientes requisitos básicos de la edificación, que deberán satisfacerse, de la forma que reglamentariamente se establezca, en el proyecto, la construcción, el mantenimiento, la conservación y el uso de los edificios y sus instalaciones, así como en las intervenciones que se realicen en los edificios existentes:

c) Relativos a la habitabilidad:

*c.1) Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de **salubridad** y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos. (grifo nosso)*

No caso brasileiro os códigos de edificações são, quando existem, municipais e de pouco alcance, pois o Judiciário tem dificuldade em contemplar o direito a partir de normas de alcance restrito. Na cultura do Judiciário as leis municipais são entendidas como submetidas a normas maiores. Em Salvador, 3ª maior cidade brasileira, a Lei 3.903/88, que institui normas relativas à execução de obras, no máximo trata o item ventilação como direito de vizinhança e como projeto predial sem acrescentar nem expor motivos. A ausência de uma exposição de motivos, detalhando a importância da ventilação para a saúde, dificulta a possibilidade de uma ação redibitória.

Tem-se que valer, no Brasil, das cláusulas constitucionais, tratadas noutra seção desta dissertação, para apoiar a tese do vício oculto, que motivaria inclusive a devolução de imóvel negociado, ou até mesmo obrigaria o construtor a corrigir o desenho arquitetônico ou intervir amenizando os riscos inerentes.

É de se concluir que se a legislação espanhola, norte americana, suíça, etc., porquanto suas relativas autonomias de estados confederados foram capazes de gerar leis protetivas. É provável que num sistema bastante homogêneo, que é o caso do sistema normativo brasileiro, se torne aqui muito mais fácil, possível, provável uma norma nacional nascer e se fazer eficaz.

No que pesem todos esses variados valores, a EURATOM, através de Diretiva 2013/59, estabeleceu após obter "(...) parecer de um grupo de personalidades designadas pelo Comitê Científico e Técnico dentre peritos cientistas dos Estados-Membros(...)" que o valor de referência para o radônio deve ser 300 Bq/m³, entretanto a partir desta data 5/12/2013, todo índice médio anual igual ou

superior a 100 Bq/m³ já deve ser um alerta, tendo se em vista aquilo que a própria Diretiva na Premissa 22 conclama:

Os recentes dados epidemiológicos decorrentes de estudos efetuados em habitações comprovam a existência de um aumento estatisticamente significativo do risco de cancro do pulmão decorrente de uma exposição prolongada a níveis de radão no interior dos edifícios da ordem dos 100 Bq m⁻³. O novo conceito das situações de exposição permite que as disposições da Recomendação 90/143/Euratom da Comissão sejam incorporadas no conjunto de requisitos vinculativos das Normas de Segurança de Base, proporcionando simultaneamente um nível de flexibilidade suficiente para a sua aplicação. (EURATOM, Diretiva 20013/59)

A Premissa 27 da acima citada diretiva alerta sobre os riscos e recomenda aos Estados que se atentem para as novas descobertas científicas e as tomem como referências, especialmente aqueles que tenham a ICRP e AIEA como bases.

114

A contaminação do ambiente pode constituir uma ameaça para a saúde humana. Até à data o direito derivado da Comunidade tem considerado tal contaminação apenas como uma via de exposição para os elementos da população diretamente afetados pelos efluentes radioativos descarregados no ambiente. Uma vez que o estado do ambiente pode afetar a saúde humana a longo prazo, exige-se uma política que proteja o ambiente contra os efeitos nefastos das radiações ionizantes. Com o objetivo de proteger a saúde humana a longo prazo, deverão ser tomados em consideração critérios ambientais baseados em dados científicos reconhecidos internacionalmente (tal como publicados pela Comissão Europeia, pelo CIPR, pelo Comité Científico das Nações Unidas para os Efeitos das Radiações Atômicas, pela Agência Internacional da Energia Atômica (AIEA)).

2.13.1 A qualidade do ar interior em Portugal

Portugal, membro da União Europeia, em obediência à Directiva n.2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, fez editar o Decreto-Lei nº 78/2006. Tal decreto, do Ministério da Economia e da Inovação, teve por função o melhoramento energético e a criação de certificação para qualidade do ar interior. O SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios recebeu a incumbência, mantido pela ADENE - Agência para Energia:

Assegurar o funcionamento regular do sistema, no que respeita à supervisão dos peritos qualificados e dos processos de certificação e de emissão dos respectivos certificados; b) Aprovar o modelo dos certificados de desempenho energético e da qualidade do ar interior nos edifícios,

¹¹⁴ No que diz respeito ao Direito brasileiro a recepção de metodologias, índices, parâmetros sujeitos a revisões constantes acabam conferindo insegurança jurídica e sua refutação torna a norma revogável por derrogação ou até ab-rogação, não recepção constitucional, inconstitucionalidade, etc.

ouvidas as entidades de supervisão e as associações sectoriais; c) Criar uma bolsa de peritos qualificados do SCE e manter informação actualizada sobre a mesma no seu sítio da Internet; d) Facultar, online, o acesso a toda a informação relativa aos processos de certificação aos peritos que os acompanham.

Revisitando capítulo anterior sobre o papel da USEPA, coincidentemente encontram-se funções semelhantes. A ADENE, órgão não governamental português, certifica, através de peritos credenciados (bolsa de peritos), edifícios para diversos agentes entre eles o radão (radônio).

Coube à ADENE, portanto, o nobre papel de dizer a metodologia para certificação dos edifícios. Neste sentido a mesma expediu em 2009 a Nota Técnica NT-SCE-02 orientando, de forma objetiva, a avaliação de radônio nas residências portuguesas.

Entre outros poluentes o radão (radônio) foi incluído, onde o índice máximo aceitável foi estabelecido em:

Quadro 2 – Concentrações máximas de referência (MR) de poluentes no interior dos edifícios
Radão: **400 Bq/ m³**

A referida nota técnica, ressalta que a obrigação do levantamento se dará nalgumas localidades sabidamente situadas em zona granítica entretanto, ressalve-se, que o valor de referência também se aplica a toda e qualquer outra região do país.

No caso do gás radão, embora o RSECE apenas obrigue a pesquisa em zonas graníticas, nomeadamente nos distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco, a respectiva concentração máxima de referência aplica-se a edifícios em qualquer outra zona do país onde o radão seja analisado.

Na realização da tarefa de conhecimento do radônio em Portugal, adotou-se fórmula que definiu o número de detectores por metro quadrado. Neste estudo, aqui presente, adotou-se a mesma fórmula com fulcro, lá e aqui, nas diretrizes da Nota Técnica NTSCE-02 que definiu a metodologia para auditorias periódicas de QAI (qualidade do ar interior) em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios) de Portugal, que regulamenta o Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril de 2006, e o nos números 2,3 e 4 do art. 12 do Decreto-Lei nº 79/2006.¹¹⁵ Os retrocitados decretos foram

¹¹⁵2—Em todos os edifícios de serviços abrangidos pelo presente Regulamento, durante o seu funcionamento normal, devem ser consideradas as concentrações máximas de referência fixadas na

parcialmente revogados pelo Decreto-Lei 118 de 20 de agosto de 2013. No que pese a expressa revogação dos referidos decretos nenhuma outra metodologia substituiu. Ao contrário. No que tange à fórmula para determinação da quantidade de detectores para a correta dosimetria do radônio, a mesma foi mantida.

A Portaria 353-A/2013¹¹⁶ determinou a elaboração de uma metodologia para metodologia de avaliação da qualidade do ar interior em edifícios de comércio e serviços repetiu a mesma fórmula já anteriormente validade pelos decretos revogados, confirmando a manutenção de sua validade.

Os pontos de medição devem ser distribuídos pelos três pisos ocupados de menor cota, de acordo com a seguinte expressão e arredondando para a unidade:

$$N_j = \frac{(0,125 \times \sqrt{\text{área}})}{j}$$

onde:

N_j - número mínimo de pontos de medição no piso de índice j

A_j - área do piso j (m²)

j - índice de numeração do piso, desde o piso ocupado de menor cota (j = 1) até o máximo de j = 3.

Contudo, se o piso habitado de menor cota, coincidir com o piso térreo, e neste não forem registados valores de concentrações acima do limiar de proteção para o radão não será necessário proceder a medições nos dois pisos seguintes.

Caso o número de pisos habitados parcial ou totalmente subterrâneos seja superior a 3, deve garantir-se o mínimo de um ponto de medição em cada um deles.

Ainda relativamente ao radão, o recurso a medições integradas implica um período de exposição dos detetores de pelo menos 2 meses.

Na localização dos pontos de amostragem/medição devem ser garantidos os seguintes critérios:

- a) os detetores não devem estar diretamente expostos a radiação solar direta;
- b) não devem ser colocados junto a fontes de calor ou fontes de ventilação nem em zonas de grande circulação;
- c) devem ser colocados a uma altura de 1,5±0,5m acima do nível do solo.

alínea b) do n.º 2 do artigo 4.º para os agentes poluentes no interior dos edifícios. 3—Nos edifícios de serviços existentes dotados de sistemas de climatização abrangidos pelo presente Regulamento, nos termos do n.º 1 do artigo 2.º, devem ser efectuadas auditorias à QAI, no âmbito do SCE, segundo metodologia por este definida, com periodicidade e complexidade adequadas ao tipo e à dimensão do edifício, estabelecidas por portaria conjunta dos ministros responsáveis pelas áreas da economia, das obras públicas, do ambiente e do ordenamento do território e habitação. 4—Nas auditorias referidas no número anterior, devem ser medidas as concentrações de todos os poluentes referidos no n.º 2, bem como, quando se justifique, efectuadas medições adicionais de outros poluentes perigosos, químicos ou bacteriológicos, segundo lista e metodologia fixadas na portaria a que se refere o número anterior.

¹¹⁶Portaria nº 353-A/2013. Disponível em: < <https://www.academiaadene.pt/download/pt/portaria-n-353-a2013-recs-ventilacao-e-qai.pdf> >. Acesso em: 17 jan. 2017.

A referida Portaria também manteve a concentração máxima em **400Bq/m³**.
¹¹⁷ Tal valor foi também mantido pela Metodologia de avaliação da qualidade do ar interior em edifícios de comércio e serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, versão QAI_1.0, de fevereiro de 2015. ¹¹⁸

No que se refere a regulamentação e criação de metodologias acerca de medições para qualidade do ar e, nesse bojo também do radônio, a edição Decreto-Lei 118/2013 deslocou a competência para a APA - Agência Portuguesa do Ambiente, que passou a ter o papel da USEPA, anteriormente tratada.

Artigo 12.º Acompanhamento da qualidade do ar interior Compete à Direção-Geral da Saúde e à Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., acompanhar a aplicação do presente diploma no âmbito das suas competências em matéria de qualidade do ar interior.

Em um juízo de valor muito particular vê-se neste processo que a legislação portuguesa caminha se aproximando da legislação norte americana. A União Europeia, que expede diretrizes para seus membros, assim o faz inspirado na legislação nas orientações da USEPA.

2.13.2 A qualidade do ar interior na Alemanha

O *Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)*, é o Serviço Federal de Proteção Contra Radiações, que está submetido ao Ministério do Meio Ambiente, Conservação da Natureza, Construção e Segurança Nuclear, tem um papel semelhante ao da USEPA, a agência americana.

Interessa-se o BfS, entre outras coisas pela radioatividade ambiental, e nesta seara, pelo radônio, tratado singularmente com elemento predominante. Em seu sítio na internet o BfS diz que a cada 100Bq/m³ o risco de câncer de pulmão aumenta isoladamente em 10%. O mesmo organismo alemão afirma que um pessoa exposta a 1000Bq/m³ tem, por si só, duas vezes mais chances que uma exposta a 100Bq/m³. Orienta para intervenções em edifícios que já apresentem concentração acima deste último valor (BfS, 2016).¹¹⁹

¹¹⁷Opus citatum. Diário da República, 1.ª série, n.º 235, de 4 de dezembro de 2013. p. 6644-(8).

¹¹⁸7.4 Radão. Considerando que a concentração de radão no interior dos edifícios apresenta variações diurnas e sazonais e é fortemente dependente das condições de ventilação e renovação do ar, o valor do limiar de proteção ($\leq 400 \text{ Bq m}^{-3}$) deve ser considerado como o valor médio anual de referência. (grifo nosso).

¹¹⁹Disponível em: <<http://www.bfs.de/EN/topics/ion/environment/radon/protection/protection.html>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

O mesmo BfS (2016) em sítio na internet dispõe de informe a toda sociedade chamando atenção para um dado pouco descrito na literatura. Embora o radônio penetre do solo por fissuras, porosidades, dos materiais de construção ainda penetra também pelo ar exterior para o interior, uma vez que o radônio está em toda a crosta terrestre e não apenas no solo sobre o qual o imóvel foi edificado. Isto está expresso na seguinte passagem: *“However, radon also gets into the house from the external air, and even some construction materials release the gas.”*¹²⁰

Para atingir a finalidade para a qual foi criado o BfS propõe como medida frequente o arejamento intensivo dos imóveis, a selagem das fissuras e lacunas e a vedação de portas e adegas.

Neste sentido e como medida preventiva o BfS orienta para a adoção de técnicas de construção que já adotem a perspectiva do radônio, ou seja, o mesmo deve ser testado antes mesmo do edifício ser construído. Para tanto produziu um manual detalhado sobre técnicas de mitigação. Todos os documentos são públicos e a disseminação da informação pauta todas as ações. Para isso disponibiliza em inglês para atingir a máxima coletividade.

Dados recentes de 2010, revelam que, exceto nas proximidades de atividades de mineração, as concentrações ficaram abaixo do limite considerado de atenção, ou seja, dentro da normalidade. Para tanto fez-se necessária ampla pesquisa nesses imóveis.

In Germany, the concentration of radon activity outdoors ranges from 1 to 15 Bq/m³, with an average value of about 9 Bq/m³. In interior spaces, exposure varies widely, from 10 to 10 000 Bq/m³. Measurements in the living rooms and bedrooms of 27 000 dwellings yielded an arithmetic mean value of 49 Bq/m³ and a geometric mean value of 37 Bq/m³. Indoor values in Germany are above 100 Bq/m³ in 36% of cases, and above 200 Bq/m³ in about 18% of cases. Extremely high indoor exposures to radon are mainly found in residential housing near old mining districts. Indoor radon exposure is present, not just in Germany, but around the world, mainly as a function of the geological substratum and the materials used in building construction. (SCHMID; KUWERT; DREXLER, 2010).

A relação entre pedologia, substrato geológico e materiais de construção parece determinante nesta visão para a concentração *indoor* do radônio.

2.14 OS IMÓVEIS

¹²⁰No entanto, radônio também entra na casa a partir do exterior do ar, e até mesmo alguns materiais de construção liberam o gás. Tradução do autor.

Ainda são escassas as pesquisas, no Brasil, a respeito da relação entre radônio-imóveis-saúde. O clima favorece a aeração. Os imóveis são, em sua maioria, bastante ventilados o que favorece a dispersão do radônio. Exceto no sul do país onde o clima frio exige certo recolhimento durante o inverno, no restante do país o clima ameno propicia grande arejamento. Pesquisas em diversos países têm indicado a necessidade de investigar cada imóvel, pois os indícios (solo, rochas, idade do edifício, ventilação, materiais de construção, etc.) apenas sugerem, mas não determinam.

Este raciocínio encontra eco em Campos e Petta (2013, p. 15)¹²¹. Seus autores corroboram com a tese de que a única forma de se saber se um imóvel não possui salubridade para radônio é aferindo. Embora não esteja o Brasil e especialmente o Estado da Bahia num sítio fortemente uranífero, embora também não se saiba, pois pouco se fez no sentido de determinar um amplo mapeamento identificando tais jazidas.

Faz-se necessário, no âmbito da administração pública, o nascimento do Planejamento Territorial como política pública de Estado, considerando no planejamento ambiental a perspectiva da identificação das áreas que requeiram atenção para o radônio.¹²² Philippi Jr (2005, pp. 675-677) identifica no processo de planejamento ambiental cinco etapas: 1ª) O reconhecimento de uma situação problema; 2ª) O diagnóstico ambiental e a análise da situação ou problema; 3ª) A fixação de objetivos e metas a alcançar; 4ª) A formulações de ações e a estruturação do Plano de Gestão; 5ª) A implementação, monitoria e avaliação do Plano de Gestão.

¹²¹Diferente da Europa, USA e outros países, que devido ao clima frio na maior parte do ano, o ambiente interior das residências é mantido fechado por longo tempo, o Brasil é um país privilegiado por possuir um clima tropical, onde mesmo no inverno as portas e janelas das residências são mantidas abertas facilitando a ventilação do ambiente. Entretanto pelo fato de que dados epidemiológicos detectem um aumento de incidência de câncer de pulmão, relacionado diretamente à anomalias na concentração do radônio (EPA 2009 e WHO 2006) algumas medidas com as residências em áreas de solos graníticos, devem ser encorajadas. A única maneira de saber se temos um problema de Radônio é testando e medindo os índices de radônio. Se o nível de radônio é alto, devemos tomar medidas para reduzi-lo. Quanto maior o nível, mais cedo ele precisa ser corrigido (CAMPOS; PETTA, 2013. p. 15).

¹²²A Lei 10.257 de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, não considerou entre seus 58 artigos, e especialmente não evocou em seu artigo 2º, os caros bens jurídicos, neste estudo, homenageados. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 14 fev. 2017.

Por esta sequência de ações, perfeitamente adaptáveis à avaliação do radônio em ambientes fechados, a engenharia ambiental desenvolveu protocolo que vai do diagnóstico até a solução de um problema ambiental de tal ordem.

2.14.1 Patologias

Patologia¹²³, segundo o Dicionário Priberam da Língua Portuguesa significa desvio em relação ao que é considerado normal. O termo é muito associado a medicina embora seja também à construção civil. Os edifícios residenciais ou comerciais também padecem de patologias. Um edifício que permite a penetração de elementos nocivos à saúde de seus abrigados é um edifício doente. Na construção civil o termo se refere ao estudo das anomalias, mas é comumente confundido com anomalia.

Podem ser enquadradas as **patologias** ou **anomalias** da construção civil que permitem a penetração de radônio para o interior da construção como sendo de natureza **endógena** (originária da própria construção, tais como projeto, materiais e execução) e **natural** (originária de fenômenos da natureza). Podem também apresentar **falhas** de **planejamento** (exposição ambiental). O mesmo manual classifica um edifício que apresenta um edifício que compromete a saúde seus ocupantes com de **alto risco**¹²⁴.

As anomalias tornam um imóvel insalubre. A retrocitada norma definiu em seu glossário a expressão IAQ (*Internal Air Quality*) para definir um de seus itens submetidos a inspeção e a sub classificou como elementos averiguáveis de contaminação interior e exterior.

A mesma norma de inspeção ainda definiu o conceito de SED (Síndrome do Edifício Doente) como sendo aquele que:

SED: Síndrome de Edifício Doente – denominada SED pelo menos 20% das pessoas apresentam por mais de duas semanas: irritação dos olhos, garganta seca, dores de cabeça, fadiga, congestão sinusite, falta de ar e esses sintomas desaparecem ao deixar ao deixar de frequentar o edifício; sendo os principais efeitos causadores: - Insuficiência de ar exterior; - Má

¹²³PATOLOGIA. In: DICIONÁRIO da língua portuguesa. Lisboa: PRIBERAM, 2016. Disponível em: < <http://www.priberam.pt/>>. Acesso em: 11 set. 2016.

¹²⁴INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Norma de Inspeção Predial IBAPE/SP**. São Paulo, 2011. Disponível em: < http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/norma_de_inspecao_predial.pdf >. Acesso em 11 set. 2016.

distribuição do ar; - Controle deficiente de temperatura; - Projeto inadequado após construção; - Falta de manutenção dos sistemas; - Falta de compreensão do funcionamento do Sistema. (GOMIDE; FAGUNDES NETO; GULLO, 2009, p. 78).

Observe-se que a síndrome açambarca apenas elementos sintomatológicos superficiais. Em razão de tratar-se de norma técnica de área não relacionada com a saúde não se deve exigir outra apresentação do quadro de evidências de afecções sanitárias em humanos.

Chama atenção para a noção de patologia expressa na referida norma de inspeção em edifícios a relação de causalidade entre o edifício e evidências de doenças. Neste sentido pode-se considerar a referida norma de inspeção um passo para um protocolo técnico de salubridade ambiental.

Miller Jr (2007, p. 408) informa outra vez que um entre cinco de quatro milhões de edifícios comerciais é considerado “doente” em razão de uma ou mais patologias.

Na conceituada opinião de Miller Jr (2007, p.408) a poluição dos ambientes interiores pode ser a maior causa de morte prematura e aquela que se encontra no topo dentre 18 causas para câncer. Em 1990, a EPA colocou a poluição do ar interior em todas as formas no topo da lista dos 18 fatores de câncer.

Na esteira das patologias das construções podem ser citadas, especialmente, as frestas, trincas, fissuras, rachaduras, etc., como elementos relacionados com erros estruturais comprometedores da salubridade ambiental *indoor*. Tais patologias são falhas de projetos por erros na escolha de materiais ou na tomada de decisões que permitem a infiltração de elementos do meio exterior. Em razão da volatilidade do radônio as menores fístulas são suficientes portas de entrada.

Existem patologias não relacionadas com falhas (anomalias), tais como as derivadas de um entendimento não previsto ao tempo da construção. Embora seja uma patologia não pode ser considerada uma anomalia. Remetendo-se a etimologia da acepção anomalia encontra-se a situação de algo que foge da regularidade normativa. Embora anomalia e patologia sejam também sinônimas a norma de inspeção buscou diferenciá-las, onde a primeira se refere ao estudo e a segunda ao objeto. Sutilezas semânticas existem entre elas, embora aqui não sejam relevantes.

Juridicamente um edifício pode possuir uma patologia sem possuir necessariamente uma anomalia se o rol for taxativo, uma vez que esta última diz

respeito a normas técnicas conhecidas em uma dada época. Um edifício só será então doente para o radônio se os protocolos técnicos da construção forem descumpridos.

Um protocolo para a construção civil para considerar um edifício doente para o radônio precisa estabelecer que o radônio fosse uma patologia (não entendida aqui como ciência, mas como doença) num sentido normativo associando-o a uma anomalia.

Reconhecendo-se a associação entre uma anomalia da construção e uma patologia humana podem ser desenvolvidas profilaxias específicas para estas falhas da construção. A relação de causalidade não foi considerada entre patologia edilícia e patologia do indivíduo.

No direito civil o nexo causal insculpido nos artigos 186, 927¹²⁵, apresenta-se imperioso para a ação de cognição. Neste sentido há desaparelhamento.

2.15 MÉTODOS PARA CORREÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Miller Jr (2007, p. 410) a EPA estimou que a relação custo x benefício para mitigar o problema do radônio *indoor* é muito baixo. Miller Jr (2007, p.410) afirma que, segundo cálculos da EPA, um proprietário terá adicionado ao valor da construção de uma casa nova, aproximadamente, US\$ 350,00 a US\$ 500,00 no final da obra. Quando se refere a imóveis construídos os valores ficam um pouco mais elevados: entre US\$ 800,00 e US\$ 2500,00.

As soluções, segundo Miller (2007, p. 410), passam por vedação de rachaduras nas fundações dos edifícios, aumento da ventilação através de abertura de janelas, instalação de passagens de ar e até mesmo a utilização de ventiladores para criar ventilação lateral.

Em Papini (2012, pp. 170-176) é apresentado um roteiro para avaliação de risco à saúde humana. O roteiro da investigação terá três etapas: a) *preliminar*; b) *confirmatória*; c) *detalhada*.

A autora supra, postula a avaliação de risco desde o seu histórico. O levantamento documental e do que se sabe junto à administração pública é determinante na escolha de uma área a ser construída. Chama a esta etapa de

¹²⁵BRASIL. **Código Civil**. Lei 10.406/2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 11 set. 2016.

preliminar. Transpondo para o campo sob apreço pode-se dizer que a construção civil, se houvesse compulsoriedade, deveria numa apanha prévia colher o que se sabe junto ao poder público numa consulta a banco de dados geológicos para saber se naquele sítio encontra-se uma jazida de materiais indicadores de radônio.

Papini (2012, p. 171) defende a avaliação ambiental prévia denominada de *investigação confirmatória* no meio para determinar ou não a contaminação em uma área suspeita. A autora supra não se refere a avaliação preventiva, mas sim apenas a avaliação derivada de suspeição. Embora suas recomendações não se refiram diretamente a este ou aquele contaminante, revela já cuidado com a habitabilidade de imóveis e sua relação com o sítio e possíveis achados. Havendo indícios deve-se proceder a uma investigação.

No campo da teoria aqui desenvolvida é possível visualizá-lo da seguinte forma: confirmando-se por técnicas de aferição imediata a presença de radônio com dosímetros eletrônicos que em tempo real revela a leitura e sendo expressiva sua constatação, considerando a elevada incerteza destes equipamentos deve-se passar à etapa seguinte.

Na opinião de Papini (2012, p. 171) os indícios motivam aquilo que a autora chama de *investigação detalhada* onde a relação do meio, do contaminante com a saúde deve ser explorada com maior desvelo.

Uma avaliação mais aprofundada desvela dados importantes e determinantes quanto a construção de um prédio, e.g., ou não ou até mesmo a construção com técnicas que sobrepujam o problema.

Se não transpassadas esta avaliação de risco, em suas etapas, e o imóvel residencial ou comercial for edificado sobre área insalubre para o radônio este deve ser submetido, mais do que qualquer outro, ao teste para radônio. Confirmando que o mesmo se encontra nos níveis de atenção ou crítico, recomenda a literatura que os mesmos sejam submetidos à intervenção.¹²⁶

¹²⁶Segundo Corrêa (2011, pp. 41-42) Há diversos métodos propostos voltados à redução das concentrações de 222Rn em ambientes internos (EPA, 2000; ICRP 99, 2005; NCRP, 1991). Como já foi comentado, em geral, as altas concentrações de radônio devem-se mais às emanções do solo do que da taxa de ventilação. Portanto a atenção maior, no caso de redução, são voltadas à despressurização do ambiente das fundações, reduzindo a taxa de entrada por rachaduras e outras aberturas. A sucção tem o efeito de abaixar a pressão do gás do solo relativamente à pressão de dentro da casa, impedindo que o 222Rn penetre na casa. Esta despressurização pode ser feita de forma ativa ou passiva, por meio de um cano que vai da fundação ao telhado da casa. Outro método importante para reduzir a concentração de 222Rn é selar as aberturas na fundação. Estas incluem rachaduras do assoalho, junções entre o assoalho e parede, rachaduras e aberturas da parede,

Por outro lado, no plano do eco-empendedorismo e em razão das demandas de mercado, surgiu a certificação ISO-14001/2015, que pode ser implementada para um amplo catálogo de hipóteses, e se aplicaria a uso empresarial que requeira avaliar os impactos causados por seu serviços e produtos. ¹²⁷ O serviço de certificação acima citado oferece a possibilidade de se desenvolver um protocolo de conformidade com padrões ambientais cujo parâmetro se deseja adequar. Dentre os usos da referida certificação está a “mitigação de potenciais efeitos adversos da organização”, ou seja, os possíveis efeitos nocivos que uma empresa/instituição ou os seus produtos e serviços possam oferecer a seus clientes. A referida agência certificadora se predispõe a medir estes efeitos nocivos para os padrões que a organização contratante queira se encaixar. É possível verificar desde já, que ao menos, um serviço genérico de aferição é oferecido e conta inclusive com a disponibilização de uma declaração certificatória.

Os parâmetros, nesse caso, não são oferecidos, mas sujeitos a padrões considerados de adequação aos quais as normas públicas nacionais ou normas internacionais (públicas ou não) ou normas técnicas (nacionais ou não) se revelem como aceitas pela própria agência.

Neste caso tanto o poder público quanto espontaneamente o setor privado podem se valer de normas técnicas e agências para elaborarem protocolos e/ou granjearem certificações ou adotarem seus parâmetros. ¹²⁸

Destarte a iniciativa privada, que não está adstrita integralmente aos princípios que sustentam as práticas da administração pública, pode se valer de amplo inventário de padrões, normas técnicas, protocolos, procedimentos de ascendência internacional, nacional de mananciais públicos ou privados.

Tais protocolos técnicos da engenharia civil e da arquitetura podem ser inicialmente dos tipos:

- a) recomendando a previsão para instalação de meios mitigatórios;

drenos de assoalho, e depósitos. Se estes métodos não forem eficientes, pode ser necessário aumentar a ventilação.

¹²⁷As normas técnicas derivadas de entes privados não são normas de direito exceto se uma norma de direito a tornar norma pública. A ABNT que representa, no Brasil, a ISO é uma associação civil sem fins lucrativos. Não é uma entidade governamental, embora a sociedade brasileira tenha acolhido suas padronizações como normas de fato.

¹²⁸A título meramente ilustrativo poder-se-ia dizer que as normas da ABNT relativas a trabalhos acadêmicos podem se tornar normas públicas se assim o Legislador quiser. Se o reitor de uma Universidade pública, e.g., desejar as normas para formatação de trabalho acadêmico pode se tornar, no espaço daquela universidade, norma obrigatória.

- b) obrigando-se a instalar alguns dispositivos
- c) prevendo futura instalação

Os três tipos podem se encontrar tanto no plano normativo técnico quanto jurídico. A recomendação da previsão para instalação de meios mitigatórios pode ser encontrado na literatura técnica que especificamente trate desta questão ou pode ser desenvolvido a partir de iniciativas, caso a literatura técnica não seja suficiente ou inaplicável.

A obrigação de instalar algum dispositivo para despressurização *indoor* pode funcionar como um protocolo semelhante ao das demais já existentes, tais como os dispositivos de segurança para incêndio, etc.

Outra função para estes protocolos, ainda não surgidos, seria a previsão de espaços para dutos que serviriam facultativamente a seus interessados (proprietários, locatários, etc.).¹²⁹

Em razão do que se aspira neste trabalho, sugerem-se, nas seções seguintes, desenhos como protótipos ou esboços daquilo que a construção civil e arquitetura, tanto no ambiente acadêmico quanto na criação de suas plantas, considerem o radônio e planifiquem seus projetos neste sentido.

Um imóvel novo ideal apto a servir aos fins a que se destina, traz consigo elementos básicos para sua funcionalidade. São exemplos: rede hidráulica, elétrica, sanitária, gás de cozinha, telefonia, contra incêndio, contra raios, etc. Os dutos que podem servir para despressurização do imóvel para o radônio estão no mesmo nível de tecnologia que os acima citados, mas ainda não nos níveis de exigência, previsão.

2.15.1 Plantas arquitetônicas que levam em consideração o radônio

As plantas arquitetônicas, na engenharia da construção civil imobiliária residencial norte americana, já consideram a presença indesejada do radônio. Neste sentido trazem em seu bojo técnicas que dificultam a concentração deste gás e/ou facilita sua dispersão. Onde é possível a ventilação natural enseja a construção de janelas ou vias de circulação de ar. Por mais variadas que sejam as técnicas o

¹²⁹À baila um exemplo simbólico. Muitos edifícios de apartamentos, mesmo que o proprietário não se interesse, disponibilizam um espaço para futura instalação de ar condicionado.

fundamento será a circulação de ar. É uma forma barata, eficiente, perene (quando as condições climáticas são favoráveis).

Os croquis a seguir são exemplos de desenhos arquitetônicos que preveem a localização dos dutos anti-radônio.

Figura 2 - Planta arquitetônica

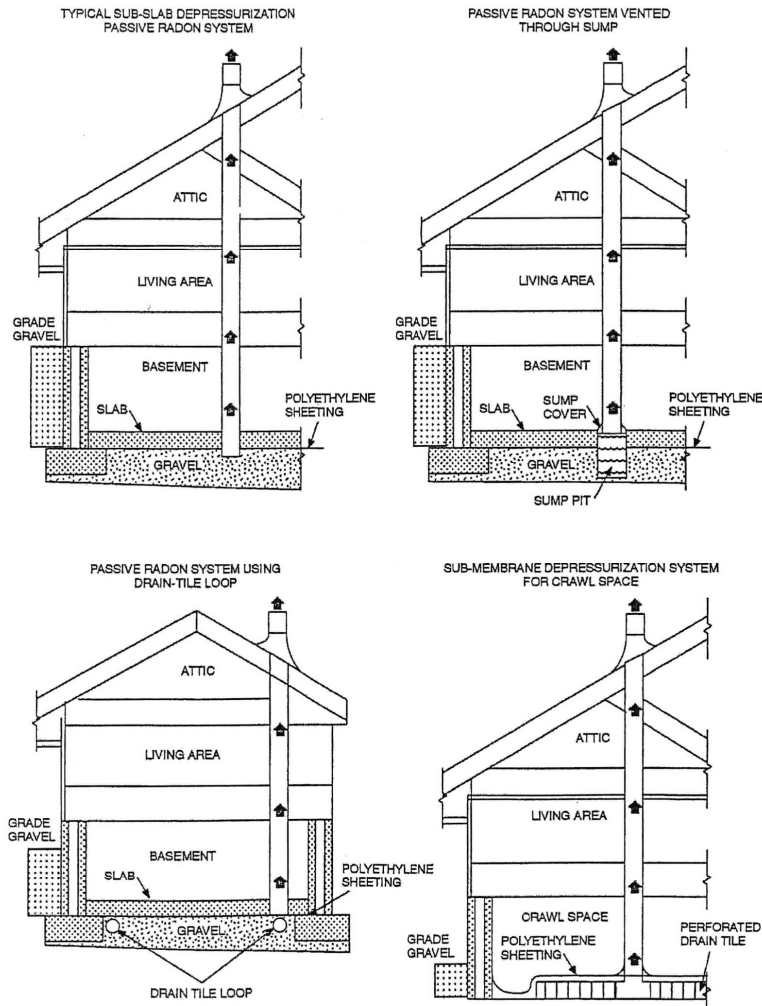


FIGURE AF102
RADON-RESISTANT CONSTRUCTION DETAILS FOR FOUR FOUNDATION TYPES

Fonte: <http://www.structuretech1.com/wp-content/uploads/2013/09/Radon-mitigation-diagrams.jpg>

A seguir instalações em processo de construção que já trazem os dutos para condução do radônio para o meio exterior.

Figura 3 - Construção nova com os dutos preparados para receber um sistema anti-radônio



Fonte: http://www.stlradon.com/cmss_files/attachmentlibrary/VaporBarrier_Large.jpg

Figura 4 - Construção nova com os dutos preparados para receber um sistema anti-radônio



Fonte: <https://www.centennialradon.com/commercial/>

2.15.2 Métodos e técnicas para correção do problema

Nos E.U.A. em razão da diversidade e da especialização dos serviços em geral, existem muitas opções para mitigação. Mais variados são os modelos, mas o princípio é basicamente o mesmo: despressurização.¹³⁰ É muito utilizada nos imóveis que possuem cômodos abaixo do nível do solo ou em zonas sabidamente uraníferas ou onde um estudo prévio identificou atividade radioativa. No Brasil dada

¹³⁰Os vídeos a seguir, a título exemplificativo, constituem uma relação de técnicas para correção do problema: (https://www.youtube.com/watch?v=Z91oE_rfQjM; <https://www.youtube.com/watch?v=BsceJPi4CEM>; <https://www.youtube.com/watch?v=96K4Lke0H8Q>;

à migração para as zonas urbanas e a concentração desta população em prédios de apartamentos e à comodidade do transporte privado sobre o transporte coletivo e à violência urbana o perigo do radônio ganha contornos próprios¹³¹. As residências, geralmente, não possuem porões tal quais os imóveis dos países de clima temperado, mas possuem garagens subterrâneas e mal ventiladas e a água consumida nos mais altos dos andares é armazenada em porões¹³². Os problemas brasileiros, embora não tenham sido trazidos ao estudo dados sobre os edifícios urbanos, há que se considerar esta tendência no processo de urbanização local. Muito imóveis, embora não seja o caso dos municípios estudados, mas da capital do Estado, são construídos encravados no recorte diagonal de terrenos íngremes. Estes imóveis são subterrâneos, alguns inclusive, completamente. Neste caso o problema pode ser maior que nos imóveis dos países temperados cujo andar sob o nível da rua é um cômodo de pouco uso.

Segundo o ICRP os custos para diversas remediações são estimados segundo a tabela abaixo:

Quadro 23 - Custos das remediações segundo a ICRP

Método	Custo	Efetividade
Despressurização do solo	Moderado	Alta
Selagem de pisos e paredes	Moderado	Moderada
Tratamento de água	Moderado	Alta
Aumento da ventilação de porões	Alto	Alta
Aumento da ventilação interna	Moderado	Baixa
Aumento do movimento do ar	Baixo	Baixa

Fonte: ICRP (1993)

a) Quanto a despressurização:

¹³¹ Tais fatos influenciam hábitos. O uso de transporte privado exige, muitas vezes garagens, muitas delas em subsolos, muitos deles pouco ventilados. A violência submete seus moradores a maior tempo de confinamento.

¹³² Embora não seja objeto de estudo neste trabalho a água canalizada é uma das portas de entrada do radônio em uma casa. A água subterrânea de poço ou armazenada rica em radônio migra pela tubulação predial sendo liberada pelo chuveiro, descarga, torneiras, dutos de esgoto, etc.

Trata-se de criar uma diferença de pressão entre o solo e o meio interior, não permitindo que o imóvel seja destino do gás. Por esta técnica evita-se que o radônio penetre no imóvel. Da mesma forma se faz a despressurização dos pisos inferiores, criando uma diferença de pressão atmosférica, naturalmente permitindo que diuturnamente o gás não se concentre. No quadro abaixo exemplo de técnicas para despressurização. O sistema abaixo funciona de forma permanente sem consumo de energia.

Neste processo a pressão interior deve ser maior que a pressão exterior.

Figura 5 - Sistema mitigatório passivo de correção em imóveis para presença verificada ou potencial de radônio



Fonte: <http://airotox.com/wp-content/uploads/2015/03/radon-remediation-cut-away-house.jpg>

A despressurização também pode ser feita mecanicamente por um exaustor que retira o ar viciado do ambiente e o expelle para além do imóvel. Exemplo abaixo de exaustor. Este modelo depende do uso de uma fonte de energia e é acionado física ou automaticamente todas as vezes que o dosímetro indicar que o nível ultrapassou um limite pré-determinado.

Foto 3 - Exaustor. Parte interna



Fonte: <http://www.stlradon.com/mitigation-system-maintenance.html>

Foto 4 - Exaustor. Parte externa



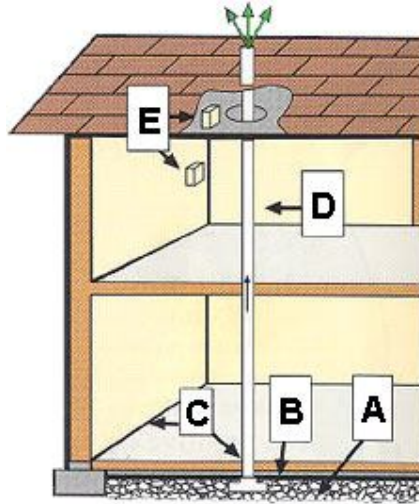
Fonte: <http://www.affordableradonreduction.com/mitigation.html>

b) Quanto à selagem de pisos e paredes:

Muito embora boa parte da literatura que recomenda modificações profiláticas se refira a imóveis cujos desenhos arquitetônicos não são comuns no Brasil, tampouco no Recôncavo baiano, a EPA - Guia de Radônio para a Compra e Venda de Casas (*Home Buyer's and Seller's Guide to Radon*), recomenda para os imóveis semelhantes às típicas casas brasileiras construídas em áreas próximas de outros imóveis onde já foram detectados radônio, que sejam adotados os seguintes procedimentos: uma camada de cascalho deve ser colocada sob a base do assoalho para que o gás circule e seja conduzido por um ou mais dutos de PVC cuja outra extremidade será o teto do imóvel. A técnica é extremamente barata, mas deve ser adotada ainda na fase de construção. Para aumentar a segurança pode ser ainda

acrescentada uma manta plástica impermeável entre a camada de cascalho e o assoalho de modo a impedir a penetração de gás pela porosidade do piso. Vide abaixo o croqui com sua respectiva descrição.

Figura 6 - Solo selado e exaustor



Fonte: EPA - *Home Buyer's and Seller's Guide to Radon*

Quanto à selagem de paredes entende-se como tal a vedação de fissuras comuns em imóveis construídos sobre o solo de massapê, muito comum no recôncavo baiano. Este é um método que pode funcionar de forma combinada com os sistemas anteriores. O uso de tintas especiais também colabora na selagem das paredes.

c) Aumento da ventilação:

Com relação à ventilação seu domínio pertence à arquitetura. Montenegro (2010, p. 14) recomenda que se faça, já considerando as diferenças de densidade entre ar frio e ar quente e o encontro dessas massas de ar no interior de um imóvel, para renovação do mesmo, a chamada ventilação cruzada. Outro mecanismo utilizado para renovação é o uso de turbinas no teto, conforme figura abaixo.

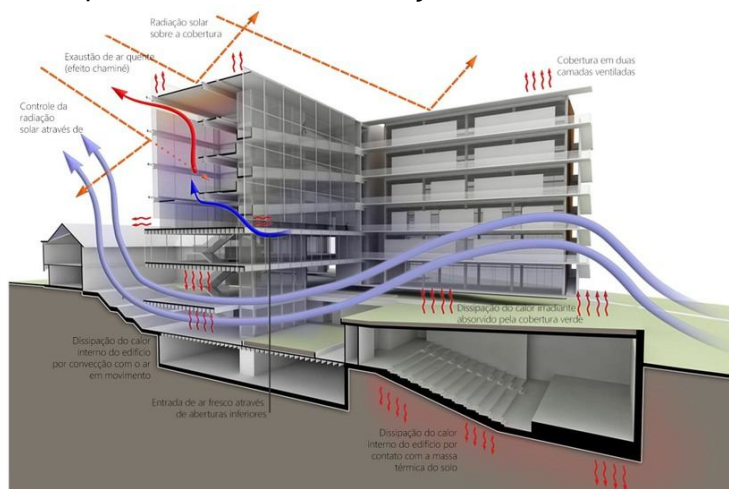
Foto 5 - Turbina eólica



Fonte: <http://www.gangasteel.in/steel-roofing-sheet/turbo-air-ventilator/>

Outra técnica é aproveitar a direção dos ventos, beneficiando o imóvel ao administrar de forma otimizada os recursos energéticos. O uso dessas técnicas é amplamente difundido pela arquitetura enquanto disciplina, embora não o seja enquanto orientação legal. Neste sentido também falta uma norma que oriente à racionalização destes recursos e promova a eficiência energética. A ADENE, já tratada anteriormente cuida, dentre outras coisas, da promoção do princípio de que os recursos naturais devem ser aproveitados ao máximo, apontando para o conforto doméstico. Abaixo figuras que ilustram o quanto explanado.

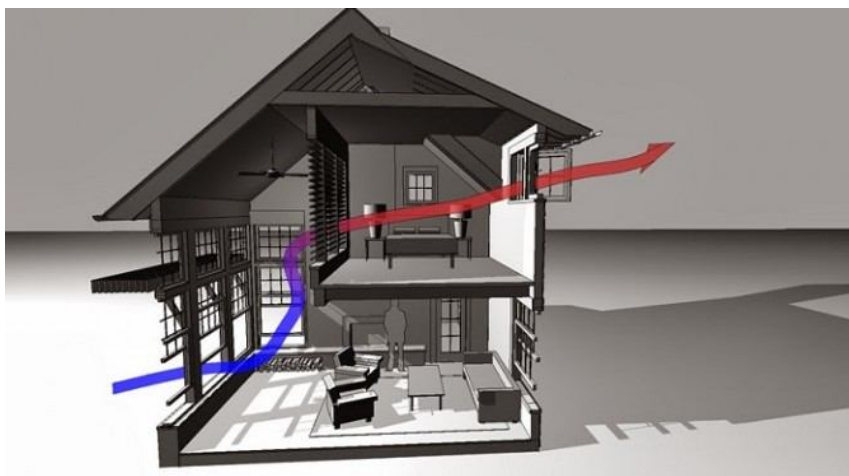
Figura 7 - Aproveitamento da ventilação natural



Fonte: <http://www.arkiz.com.br/sustentabilidade/>

Outro exemplo a seguir de ventilação cruzada.

Figura 8 - Ventilação cruzada



Fonte: <http://dicasdearquitetura.com.br/ventilacao-natural/>

2.16 NORMAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO QUANTO AOS TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Parte dos possíveis problemas causados àqueles que habitam, estudam ou trabalham em imóveis com altas concentrações de radônio também atinge, ao menos na etapa da construção, aos trabalhadores da construção civil. Os minerais utilizados na edificação, o cimento, podem conter altas taxas deste elemento, o que pode levar os trabalhadores a um risco considerável. São muitos os estudos relacionados com a saúde do trabalhador, mas poucos que relacione o radônio com a saúde destes.

A C.L.T., principal legislação trabalhista, embora seja uma norma de 1943, dedica um capítulo inteiro à saúde e à segurança ocupacional. Seu primeiro artigo corrobora com a teoria de que o Código de Obras de um município é parte da legislação que complementa o aparato da saúde ocupacional.

Art. . 154 - A observância, em todos os locais de trabalho, do disposto neste Capítulo, não desobriga as empresas do cumprimento de outras disposições que, com relação à matéria, sejam incluídas em códigos de obras ou regulamentos sanitários dos Estados ou Municípios em que se situem os respectivos estabelecimentos, bem como daquelas oriundas de convenções coletivas de trabalho.

No que se refere a segurança ou saúde ocupacional a competência para legislar é bastante clara. A CLT definiu que o Ministério do Trabalho é competente

para estabelecer estas normas.¹³³ Ainda caberá às SRTs - Superintendências Regionais do Trabalho, como extensões, a fiscalização.

A legislação trabalhista, em razão até da própria natureza do direito do trabalho, que nasceu sob forte influência de movimentos sociais estrangeiros, tornou-se receptível aos acordos e tratados internacionais que, com certa celeridade são admitidos pela norma nacional.¹³⁴

Neste sentido as relações de trabalho sempre foram pautadas pelos reconhecimentos dos documentos da Organização Internacional do Trabalho (OIT).¹³⁵ A Convenção nº. 115, de 1960, plenamente em vigor, trata especialmente da proteção aos trabalhadores quanto às radiações ionizantes. A esta época nenhum outro organismo transnacional havia se posicionado com relação à radiação ionizante e saúde do trabalhador.

Diga-se, entretanto, que a referida Convenção se refere à radiação ionizante enquanto exposição ocupacional causada por máquinas, equipamentos, mas deixa uma mensagem para que se incorporem novos conhecimentos à questão.¹³⁶ A Convenção nº 115, base para o conceito de insalubridade, trata apenas daqueles trabalhadores expostos a altas concentrações de radiação ionizante. Entretanto faça essa ressalva a Convenção, promulgada posteriormente, não deixa claro que tipo de local de trabalho ou profissões e que tipo de exposição esta

¹³³A própria CLT já dita algumas regras de Segurança e Medicina Ocupacional. O Art. 200 da CLT expressamente disse que a competência para produzir normas. "Art. 200 - Cabe ao Ministério do Trabalho estabelecer disposições complementares às normas de que trata este Capítulo, tendo em vista as peculiaridades de cada atividade ou setor de trabalho, especialmente sobre: VI - proteção do trabalhador exposto a substâncias químicas nocivas, radiações ionizantes e não ionizantes, ruídos, vibrações e trepidações ou pressões anormais ao ambiente de trabalho, com especificação das medidas cabíveis para eliminação ou atenuação desses efeitos limites máximos quanto ao tempo de exposição, à intensidade da ação ou de seus efeitos sobre o organismo do trabalhador, exames médicos obrigatórios, limites de idade controle permanente dos locais de trabalho e das demais exigências que se façam necessárias; Parágrafo único - Tratando-se de radiações ionizantes e explosivos, as normas a que se referem este artigo serão expedidas de acordo com as resoluções a respeito adotadas pelo órgão técnico."

¹³⁴As convenções da OIT, diga-se, depende de ratificação para que passem a ter efeito como norma interna. Sem isso é apenas um documento orientador e funcionará como doutrina (fonte secundária do direito) e não como lei.

¹³⁵A referida Convenção 115, foi aprovada pelo Decreto Legislativo número 2, de 1964 e passou a ter vigência como norma nacional a partir do Decreto nº. 62.151, de 19 de janeiro de 1968.

¹³⁶Parte I - Art. 3 — 1. À luz da evolução dos conhecimentos, todas as medidas adequadas serão tomadas para assegurar uma proteção eficaz dos trabalhadores contra as radiações ionizantes, do ponto de vista da sua saúde e segurança. Parte II - 2. Essas doses e quantidades máximas admissíveis deverão ser constantemente revistas à luz dos conhecimentos novos.

recomendação diz respeito.¹³⁷ Compreende-se esta Convenção e sua Promulgação como dados históricos, mas prevalecendo na esfera jurídica com plausibilidade de desdobramentos.

No elenco de normas do MT, de forma a auxiliar o trabalhador na prevenção de doenças ocupacionais foram editadas várias NRs, que até data presente, são em número de 36.¹³⁸

Quando se refere a radiações ionizantes, a NR-15 do MT, de forma acertada, remete suas referências à CNEN:

NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES - ANEXO N.º 5 RADIAÇÕES IONIZANTES Nas atividades ou operações onde trabalhadores possam ser expostos a radiações ionizantes, os limites de tolerância, os princípios, as obrigações e controles básicos para a proteção do homem e do seu meio ambiente contra possíveis efeitos indevidos causados pela radiação ionizante, são os constantes da Norma CNEN-NE-3.01: "Diretrizes Básicas de Radioproteção", de julho de 1988, aprovada, em caráter experimental, pela Resolução CNEN n.º 12/88, ou daquela que venha a substituí-la. (Parágrafo dado pela Portaria n.º 04, de 11 de abril de 1994).

As NRs, do MT, com seus anexos são as estruturas normativas mais detalhadas e, portanto, específicas. Por essa razão a legislação trabalhista é considerada muito especializada e, por sua vez, não dispondo ela de algo, dificilmente noutro lugar encontrar-se-á.

No que diz respeito ao trabalhador da construção civil e o radônio a NR-06, que trata dos EPIs, atende parcialmente, especialmente quanto à inalação. A emissão α , pelo que foi visto anteriormente, só afeta o organismo humano se partículas forem inaladas. Uma máscara específica pode resolver a questão. Trata-se do EPI do anexo I, D, d.¹³⁹

¹³⁷Parte I - Art. 2 — 1. A presente convenção se aplica a todas as atividades que acarretam a exposição de trabalhadores às radiações ionizantes, durante o trabalho. 2. A presente convenção não se aplica às substâncias radioativas, seladas ou não, nem aos aparelhos geradores de radiações ionizantes, que, em razão das fracas doses de radiações ionizantes que podem emitir, ficarão isentos da sua aplicação segundo um dos métodos a serem empregados para aplicar a convenção, previstos no art. 1.

¹³⁸Consulta feita ao site www.trabalho.gov.br, na data de 18 jan. 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Cobrem, segundo demanda de cada época, várias possibilidades que são, sempre alteradas por Portaria, o que vem corroborar com a tese de que a Portaria é um instrumento adequado para introduzir determinadas mudanças em normas maiores.

¹³⁹d) peça um quarto facial, semifacial ou facial inteira com filtros para material particulado tipo P1 para proteção das vias respiratórias contra poeiras e névoas; e ou P2 para proteção contra poeiras, névoas e fumos; e ou P3 para proteção contra poeiras, névoas, fumos e radionuclídeos; (NR-6)

Muito embora as NRs sejam instrumentos importantes para a proteção do trabalhador estas ainda estão aquém de norma pública que alcance a sociedade como um todo. No rol das normas regulamentadoras trabalhistas ainda encontramos a NR-9. O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) é o objeto da NR-9¹⁴⁰. A referida norma tem como destinatário o trabalhador exposto, dentre outras exposições, à exposição à radiação ionizante, uma vez tratar-se de norma aberta, mas não cabe o radônio, pois é de origem natural. Não deixa claro qual a fonte dessa radiação. O PPRA, cujo espaço de execução é o local de trabalho, não determina a origem, mas está adstrito a salubridade laboral. Considera como fator de risco os agentes físicos, inclusive.¹⁴¹ Embora os agentes tenham sido discriminados trata-se, no caso da radiação ionizante, de fenômeno antrópico e não, natural. Mesmo inovando quanto ao rol de agentes a NR-9 não apresenta valores para fins de controle, remediação, adequação, intervenção. Continua dependendo de outras normas técnicas. Uma das fontes dessas normas é a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH)¹⁴². De forma absolutamente *sui generis* o direito interno admite como fonte suplementar normas técnicas estrangeiras e as toma como parâmetros. É um exemplo clássico e raro. A ACGIH é uma entidade sem fins lucrativos instituída sob a forma de fundação e vocacionada para o desenvolvimento e popularização de informações especialmente nos campo da qualidade ambiental e segurança laboral.¹⁴³ No que pese ser uma instituição estrangeira o produto de sua atividade é universal.

¹⁴⁰A NR-9 visa a “preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais”. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

¹⁴¹“9.1.5.1 Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som.” (NR-9).

¹⁴²9.3.5.1 Deverão ser adotadas as medidas necessárias suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos ambientais sempre que forem verificadas uma ou mais das seguintes situações: c) quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites previstos na NR-15 ou, na ausência destes os valores limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos;(NR-9).

¹⁴³A *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* conta com um website, qual seja: <http://www.acgih.org>.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA ETAPA EXPERIMENTAL

3.1 DO TIPO DE ESTUDO

Desenvolveu-se um estudo teórico buscando prospectar possível legislação pública e/ou delegada acerca da regulamentação da exposição ao radônio. Foi feito estudo da legislação de alguns países europeus e dos E.U.A. que regulamentam a exposição ao radônio.

O presente estudo também visou descobrir a concentração deste elemento químico, em salas de aula e laboratórios da FAMAM.

Foram utilizados os parâmetros conhecidos e descritos na literatura estrangeira, especialmente aqueles recomendados pela EPA e pela OMS. Tais parâmetros foram produzidos por entidades públicas e privadas europeias e norte-americanas. Em razão de não se ter, no país, um mapa geológico detalhado, ainda não se tem por sua vez, dados claros. Ressalte-se que está a pesquisa nacional ainda numa fase bastante embrionária das pesquisas no que se refere a este objeto de estudo.

Em ciência não se costuma reinventar a roda. Alguns autores são unânimes em dizer que os parâmetros de tolerância humana a este agente, *e.g.*, já foram estabelecidos. O presente estudo não pretendeu reavaliar estes limites, pelo contrário, pretendeu-se, aqui, tão somente aproveitar todo conhecimento que se tem já acumulado e avançar, prioritariamente, pela seara legal.

Neste íterim foi estudada a legislação estrangeira, especialmente norte americana e europeia, visando conhecer as iniciativas públicas vanguardistas. Sabe-se que a Administração Pública americana, embora plural e local em legislação, avançou para consolidar nacionalmente a exigência de normas de observação obrigatória quanto a construção civil e o radônio.

Trata-se, portanto, de uma investigação com ampla revisão literária, mas que no seu bojo encontra-se uma etapa experimental. É, em suma, uma pesquisa aplicada, quantitativa, descritiva explicativa, bibliográfica, com estudo experimental de casos.

3.2 DO LOCAL DE ESTUDO

Compreendendo a pertinência da pesquisa, fez-se necessário levantamento para se investigar possíveis emissões radioativas de radônio em imóveis escolares¹⁴⁴. Visa-se dimensionar se estes imóveis são salubres para o convívio em níveis aceitáveis de radônio. A OMS estabeleceu que o nível de Rn não devesse ultrapassar 300Bq/m³, mas que o ideal não deva ir além de 100Bq/m³.

A la vista de los datos científicos más recientes sobre los efectos para la salud del radón en interiores, un nivel de referencia de 100 Bq/m³ está justificado desde una perspectiva de salud pública porque permite esperar una reducción eficaz de los riesgos para la salud de la población asociados al radón. No obstante, si dicho nivel no pudiera aplicarse en las actuales circunstancias concretas del país, el nivel de referencia elegido no deberá superar los 300 Bq/m³, que equivale aproximadamente a 10 mSv anuales según cálculos recientes de la ICRP.¹⁴⁵

Já a EPA não determinou que existisse um nível seguro nem detectou que o organismo humano tenha alguma tolerância a este elemento. Como medida de saúde coletiva estabeleceu-se que existem níveis que já precisam de intervenção arquitetônica ou de engenharia. Isto está expresso nas linhas abaixo:

El radón se encuentra tanto en el aire exterior como en el interior y dentro de cualquier tipo de edificio. La EPA recomienda que se si los niveles de radón en su hogar son de 4 pCi/L o mayores se hagan las reparaciones necesarias en el hogar. Ya que no se conocen niveles de exposición al radón que sean seguros la agencia también recomienda que se hagan las reparaciones en los hogares que tengan niveles entre 2 pCi/L a 4 pCi/L. El nivel de concentración de radón en el aire exterior es de .4 pCi/L y dentro de los hogares el nivel es de 1.3 pCi/L. Es sobre esta cifra que la EPA basa su estimado de 20,000 muertes al año debido al cáncer pulmonar y por lo que recomienda que todos los hogares con niveles entre 2 pCi/L a 4 pCi/L sean reparados.¹⁴⁶

Neste sentido procurou-se averiguar em, aproximadamente, 42 ambientes acadêmicos, a presença de emissão natural de Rn¹⁴⁷. Foram utilizados detectores

¹⁴⁴O local de pesquisa se deu por deliberada escolha. Qualquer ambiente interior ou exterior pode ser investigado tendo por objeto de estudo o radônio. O modelo experimental foi intencionalmente escolhido. Embora tenha sido deliberadamente escolhido nenhum dado anterior relacionado com a presença de radônio foi considerado, uma vez que se trata de levantamento precursor.

¹⁴⁵ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Manual de la OMS sobre el radón en interiores. Una perspectiva de salud pública. Organización Mundial de la Salud. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/161913/1/9789243547671_spa.pdf?ua=1&ua=1>. Acesso em 10 mar 2016.

¹⁴⁶EPA. La exposición al radón causa cáncer pulmonar en los fumadores y en las personas que no fuman. Disponível em: < <https://espanol.epa.gov/cai/riesgos-para-la-salud> >. Acesso em 03 maio 2016.

¹⁴⁷Na escolha dos locais de instalação dos dosímetros foram considerados, em cada edifício, dois de seus pisos. À medida que se distancia do solo a concentração de radônio diminui. Esse é um dado já senso comum uma vez que essa razão entre a grandezas distância e concentração é diretamente

de traços de partículas α , em número de 3 (três) por ambiente, abaixo descritos, que permaneceram por 94 dias em cada ambiente. Após este período foram recolhidos e enviados para leitura, seguindo os protocolos de envio de modo a não ser alterado em razão da exposição a aparelhos de raios-x de alfândegas portuárias ou aeroportuárias.

O período aproximado de 90 dias, na literatura, tem apoio. Em trabalho acadêmico DEL CLARO (2013, p. 103) também determinou idêntico período de exposição por considerá-lo razoável em razão da precisão que oferece e em razão da sobreposição de marcas (traços) deixadas no polímero Colúmbia Resina 39 (CR-39), quando registra o decaimento em questão.

A aferição se faz absolutamente necessária uma vez que se pretende apresentar ao final, como um produto, a proposta de uma legislação. Só se justifica a existência de uma legislação se uma demanda social se apresentar, caso contrário, não prospera.

Vale dizer que as instalações onde a etapa experimental teve curso são consideradas ambiente equiparável ao doméstico uma vez que a exposição ocupacional só é referência para trabalhadores que se expõem diretamente ao contato com minerais ricos nos precursores do gás objeto do estudo.¹⁴⁸

É importante dizer que a EPA utiliza a unidade pCi/L em razão dos E.U.A não adotarem, como o Brasil adota o Sistema Internacional de Unidades (S.I.). No S.I a grandeza “atividade radioativa” é expressa por Bq, e para tais medidas adota-se o Bq/m³.

Foram escolhidos, portanto, os laboratórios e salas de aula¹⁴⁹, que possuem:

proporcional haja vista o fato de ser o solo a fonte principal. Corrobora esta informação a título de esclarecimento a passagem de Bernárdez (2015, p. 49) quando diz que “*Se puede observar que la concentración disminuye según ascendemos de piso en la edificación . Esto no impide que haya concentraciones altas de radón en puntos más elevados, dependiendo de las condiciones de ventilación y estructura del edificio.*” Mesmo em razão dessa relação entres as grandezas ainda restam outros fatores que exigem, ao menos, num primeiro piso, de edifícios habitados ou utilizados para estudo ou trabalho que se investigue.

¹⁴⁸Exposición ocupacional. Se refiere a todas las exposiciones incurridas por trabajadores en su trabajo, con excepción de 1) las exposiciones debidas a actividades exentas que involucran niveles de radiación o fuentes exentas; 2) las exposiciones médicas; y 3) las debidas al fondo local de origen natural. (ICRP, 2008.)

¹⁴⁹É imprescindível dizer que inexistem no Brasil, ao que se sabe, normas claras do MEC, CNE, que tratem especificamente de salubridade. Os laboratórios são orientados pela ABNT e amplamente consideram segurança, etc. Os laboratórios também seguem normas de segurança segundo suas próprias finalidades e não foram aqui objeto de apreciação.

1) O campus FAMAM Governador Mangabeira, aproximadamente, 100 metros quadrados e pé direito de, aproximadamente 3m;

2) O campus FAMAM/ Cruz das Almas, aproximadamente, 100 metros quadrados e pé direito de 3,0 m.

3.2.1 Da idade dos edifícios e seus usos

Quadro 24 - Edifícios. Idade e usos

EDIFÍCIO	USO	IDADE
FAMAM/CRUZ DAS ALMAS	LABORATÓRIOS E SALAS DE AULA	+/- 15 ANOS
FAMAM -1 / GOV. MANGAB	LABORATÓRIOS E SALAS DE AULA	+/- 5 ANOS
FAMAM -2 / GOV. MANGAB	SALAS DE AULA	+/- 5 ANOS

3.2.2 Edifício/Famam - Cruz das Almas

Quadro 25 - Distribuição dos dosímetros por andar

ANDAR	QUANTIDADE DE DOSÍMETROS
TÉRREO	18
1º ANDAR	24
TOTAL	42

Quadro 26 - Distribuição dos dosímetros por ambiente

AMB Nº	USO:	QTD. DOSÍMETROS	ANDAR
01	Central de Triagem e Urgência	3	Térreo
02	Pré-Clínico	3	Térreo
03	Sala do Raio-X	3	Térreo
04	Laboratório	3	Térreo
05	Sala de aula nº 01	3	Térreo
06	Sala de aula nº 02	3	Térreo
07	Central de esterilização	3	1º andar
08	Administração	3	1º andar
09	Sala de aula nº 07	3	1º andar
10	Sala de aula nº 08	3	1º andar
11	Sala de convivência	3	1º andar
12	Sala de aula nº 10	3	1º andar
13	Ambulatório 01 - Prática odontológica - Lado A	3	1º andar
14	Ambulatório 01 - Prática odontológica - Lado B	3	1º andar
15	Sala do Rx	1	1º andar

3.2.3 Edifício 1/Famam - Governador Mangabeira

Quadro 27 - Distribuição dos dosímetros por andar

ANDAR	QUANTIDADE DE DOSÍMETROS
TÉRREO	18
1º ANDAR	24
TOTAL	42

Quadro 28 - Distribuição dos dosímetros por ambiente

AMB Nº	USO:	QTD. DOSÍMETROS	ANDAR
01	Lab. de Téc. de Enfermagem	3	Térreo
02	Lab. de Ciências Morfo-Fisiológicas	3	Térreo
03	Lab. de Ciências Biológicas	3	Térreo
04	Lab. de Ciências Fisiológicas	3	Térreo
05	Lab. Múltiplo 2	3	Térreo
06	Lab. Múltiplo	3	Térreo
07	Sala de aula nº 201	3	1º andar
08	Sala de aula nº 202	3	1º andar
09	Sala de aula nº 203	3	1º andar
10	Sala de aula nº 204	3	1º andar
11	Sala de aula nº 205	3	1º andar
12	Sala de aula nº 206	3	1º andar
13	Sala de aula nº 207	3	1º andar
14	Sala de aula nº 208	3	1º andar

3.2.4 Edifício 2/Famam - Governador Mangabeira

Quadro 29 - Distribuição dos dosímetros por andar

ANDAR	QUANTIDADE DE DOSÍMETROS
TÉRREO	18
1º ANDAR	21
TOTAL	39

Quadro 30 - Distribuição dos dosímetros por ambiente

AMB Nº	USO:	QTD DOSÍMETRO	ANDAR
01	Sala de aula nº 101	3	Térreo
02	Sala de aula nº 102	3	Térreo
03	Sala de aula nº 103	3	Térreo
04	Sala de aula nº 104	3	Térreo
05	Sala de aula nº 118	3	Térreo
06	Secretaria Acadêmica	3	Térreo
07	Sala de aula nº 201	3	1º andar
08	Sala de aula nº 202	3	1º andar
09	Sala de aula nº 203	3	1º andar
10	Sala de aula nº 204	3	1º andar
11	Sala de aula nº 205	3	1º andar
12	Sala de aula nº 206	3	1º andar
13	Sala de aula nº 207	3	1º andar

Quadro 31 - Dosímetros de controle

DOSÍMETROS DE CONTROLE	2
-------------------------------	---

Nas imagens abaixo se vê as localizações, respectivamente, dos municípios de Cruz das Almas¹⁵⁰ e Governador Mangabeira¹⁵¹

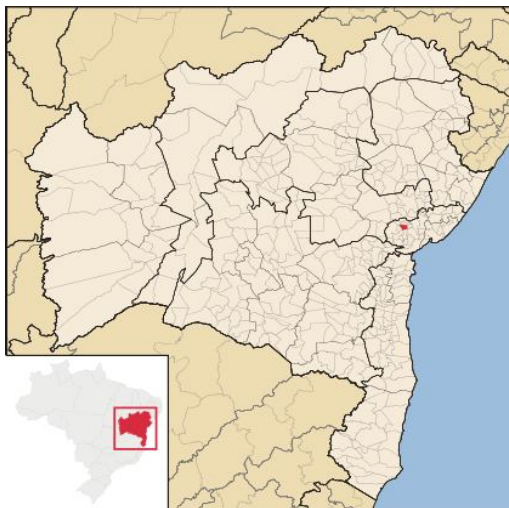
¹⁵⁰Cruz das Almas é um município baiano, localizado no Recôncavo, com uma população de 64.552 habitantes, num território de 145.742 km², com uma densidade demográfica de 402,12 hab/km². 17.202 domicílios. Tem 8.297 alunos matriculados no Ensino Fundamental, 2.510 no Ensino Médio. IBGE(2017). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2909802>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

¹⁵¹Governador Mangabeira é um município baiano, localizado no Recôncavo, com uma população de .habitantes, num território de 106.317 km, com uma densidade demográfica de 186,40 hab/m². 5.394 domicílios. Tem 3.479 alunos matriculados no Ensino Fundamental, 1.103 no Ensino Médio. IBGE (2017). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2911600>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

Mapa 6 - Cruz das Almas

Mapa 7 - Governador Mangabeira

Coordenadas: 12°40'12" S 39°06'07" O Coordenadas:12° 07" S 39°02'34" O



Fonte: Wikipedia (2017)

Fonte: Wikipedia (2017)

Foto 6- Edf. Famam/C. das Almas

Foto 7- Edf. 1. Famam/Gov.Mangabeira



Fonte: Autor (2017)



Fonte: Autor(2017)

Foto 8- Edf. 2. Famam/Gov.Mangabeira



Fonte: Autor (2017)

Localizam-se os edifícios da FAMAM respectivamente:

Quadro 32 - Localização da FAMAM

Município	Coordenadas	Endereço
Cruz das Almas	12°40'16,7"S; 39°06'02.5"O	Rua Manoel Caetano, 308
Governador Mang.	12°36'33.9"S; 39°04'33.6"O	BR-101, Km 215

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

3.3 DO INSTRUMENTO DE AFERIÇÃO DOS ÍNDICES DE EMANAÇÕES

Existem diversos tipos de detectores para uso *indoor*. Todos com seus usos apropriados. Existem detectores comercializados em diversos mercados internacionais para usos os mais diversos. Existem detectores classificados como de dois tipos: passivos e ativos. A OMS reconhece 2 (duas) classes diferentes de detectores (passivo e ativo) e 5 (cinco) tipos entre estas duas classes:

Quadro 33 - Características de diferentes dispositivos de medição de gás radônio

Tipo de detector (sigla)	Pasivo/ activo	Incertidumbre típica [%]	Periodo de muestreo típico	Costo
Detector de trazas para partículas alfa (DTPA)	Pasivo	10-25	1-12 meses	bajo
Detector de carbón activado (DCA)	Pasivo	10-30	2-7 días	bajo
Cámara iónica de electreto (CIE)	Pasivo	8-15	5 días - 1 año	medio
Dispositivo de integración eletrônico (DIE)	Activo	~25	2 días - años(s)	medio
Monitor continuo de radón (MCR)	Activo	~10	1 hora - año(s)	alto

Fonte: OMS (2015)

Sucintamente, após análise das vantagens e desvantagens dos acima listados detectores, optou-se por utilizar detectores passivos, em razão da baixa incerteza. O fabricante da marca abaixo citada, em seu manual, recomenda que se use, no mínimo, duas unidades de detectores por ambiente para se evitar perdas de dados e aumentar o grau de certeza, levando-se aí já em consideração as múltiplas variáveis que afetam este tipo de medida. Variáveis, como umidade, proximidade com aparelhos de arrefecimento, estação do ano, proximidade com janelas, volume do ambiente, tipo de solo, etc., afetam as medidas. Considerando que 90 dias é um período de experimentação exequível, tomar-se-á este lapso temporal como ideal. O DTPA ou SSNTD (*Solid State Nuclear Track Detector*) possuem diversas vantagens em seu uso.¹⁵²

3.3.1 Do modelo

Foram utilizados na experimentação 123 detectores do tipo RSKS do fabricante Radosys Ltda, localizado em Vegyész u, 17-25, H-1116, Budapeste, Hungria. Detectores passivos¹⁵³. Durante 94 dias foram deixados em exposição nas

¹⁵²i) o detector pode ser colocado no ambiente, seja parede e/ou teto; ii) o detector pode ser colocado em um tubo fechado de dimensões conhecidas; iii) o resultado independe de flutuações que ocorrem durante o levantamento; iv) apresenta alta sensibilidade com baixíssima atividade (BUFFON, 2002, p. 31).

¹⁵³O referido modelo possui larga escala. Em trabalho acadêmico na área de saúde, em estudo epidemiológico, Bernárdez (2015, p. 48) apresenta, coincidentemente, os detectores, do mesmo

dependências da FAMAM. Os referidos detectores estão em pequenas câmaras de difusão como a vista em foto:

Foto 9 - Dosímetro RSKS



Fonte: Radosys User Manual (2013, p. 2-7)

Na parte interna do detector encontra-se um chip de polímero plástico do tipo CR-39¹⁵⁴, bastante eficiente para detecção de radiação ionizante.¹⁵⁵

3.3.2 Da ISO - *International Standardization Organization*

Os dosímetros utilizados receberam o ISO 11665-1: 2012, que é uma certificação de qualidade emitida pela Organização Internacional de Normatização. A

fabricante, como sendo os mais comuns: *“Los ATDs, también denominados detectores de trazas, son piezas de plástico especial, generalmente policarbonato, markrofol ó CR-39. Cuando las partículas alfa que generan el radón o sus descendientes chocan con el detector hacen muescas en el plástico. Esos impactos son después cuantificados automáticamente mediante microscopía óptica, se aplica un ajuste estacional y finalmente se obtiene la concentración integrada de radón residencial. Existen otros sistemas de medición larga de radón, pero menos utilizados. Los sistemas de medición basados en electretes también pueden emplearse como mediciones largas de radón.”*

¹⁵⁴ Destaca, na passagem a seguir, Bernárdez (2015, p. 102), as vantagens do uso deste modelo específico de detector de traços, assim como faz referência à credibilidade do laboratório onde a leitura das marcas deixadas serão lidas. *“Las principales ventajas de nuestro estudio son la variabilidad en la concentración de radón residencial y la fiabilidad de las mediciones de radón. Como ya se ha comentado la determinación de radón residencial pasa por varios controles de calidad y calibraciones para conseguir la máxima precisión. La fiabilidad de las mediciones de radón con los detectores de de tipo alpha-track (CR-39) y la calidad acreditada del Laboratorio de Radón de Galicia son un pilar fundamental que sustenta el análisis del riesgo de cáncer de pulmón asociado a la concentración de radón residencial.”*

¹⁵⁵ É importante dizer que o detector de CR-39 não é o único no mercado. Existem outros. A exemplo o polímero LR-115. Enquanto que o CR-39 é um chip rígido o LR-115 é uma película. Este último tem uso absolutamente idêntico. Ancaya (2016, p. 18) e também Hanco (2016, p. 31) em suas dissertações de mestrado, e.g., utilizam, com sucesso, este último polímero e aponta vantagens, que são semelhantes, àquelas do CR-39.

fração na numeração (em negrito) 11665-1 refere-se às origens do radônio e seus produtos de decaimento de curta duração e métodos de medição associados.¹⁵⁶

No Brasil a ISO é representada pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.¹⁵⁷

Portanto, trata-se, de instrumento certificado. Esta certificação lhe confere credibilidade.

3.3.3 Da Agência certificadora

Os dosímetros escolhidos são recomendados pela *BfS*, que é o Serviço Federal de Proteção Contra Radiações, que está submetido ao Ministério do Meio Ambiente, Conservação da Natureza, Construção e Segurança Nuclear. Por si só se credencia.

3.3.4 Da Calibração

Conforme já tratado anteriormente os dosímetros não foram submetidos, no curso da pesquisa, a processo de calibração, pois optou por utilizá-lo nas condições para os quais foram desenvolvidos, que é o consumidor final. Não foi considerada também, pela mesma escolha, a radiação de fundo, haja vista que a experimentação optou por considerar condições de uso doméstico e não laboratorial. Os dados empíricos não simulam, mas constata, em circunstância real, o fenômeno. Os modelos experimentais convencionalmente não ensaiam em condições concretas, mas aferem em condições laboratoriais.

3.3.5 Das especificações técnicas

São especificações técnicas do fabricante:

¹⁵⁶Disponível em:<<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11665:-1:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

¹⁵⁷A ABNT é uma sociedade não governamental e sem fins lucrativos que oferece e produz diversas metodologias e técnicas, assim como emite certificações. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/abnt/conheca-a-abnt>> . Acesso em: 01 dez. 2016.

Quadro 34 - Especificações técnicas

Área de aplicação	Teste doméstico/residencial de radônio, também aplicável a locais de trabalho.
Uso em em laboratório	Análise de rotinas
Tempo de exposição típico	- 3 meses - Menos que 20 dias = alta imprecisão
Imprecisão do Sistema	15% para a faixa de teste entre 150-2000 kB.h.m ³
Substância detectora de partícula alfa	Plástico PADC / CR-39
Câmara de difusão: características	-possui um filtro de ar -inviolável -resistência: à prova de choques -proteção eletrostática: plástico condutor ¹⁵⁸
Dimensões do chip CR-39	100mm ²
Tempo típico de equilíbrio	3 h
Sensibilidade típica	2.4 traços. cm ² .kBq ⁻¹ .h ⁻¹ .m ³
Background Típico Inicial ¹⁵⁹	0.3 tracks.mm ⁻²
Limite de saturação	Superior a 12000 kBq / m ³

Fonte: Radosys User Manual (2013, p. 2-1)

3.3.6 Do chip

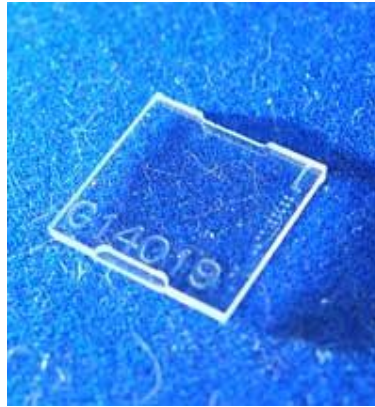
Na parte interna do detector encontra-se um chip de material plástico de PADC (Polialil Diglicol Carbonato) do tipo CR-39, marca comercial da PPG Industries. Material plástico transparente, leve, tendo metade do peso de um vidro comum.

PADC é um material largamente utilizado para fabricação de óculos de lentes, portanto, absolutamente inofensivo ao ser humano. Imagem a seguir representativa do referido chip.

¹⁵⁸A câmara de difusão é fabricada com carbono de alta condutibilidade elétrica para evitar os produtos do decaimento sejam atraídos para a mesma. (DEL CLARO, 2013).

¹⁵⁹Não foram conduzidos estudos no sentido de determinar o *background* em campo. Conforme o quadro acima a medida de *background* é apenas de laboratório. Isso se deu em razão das limitações e da natureza da própria pesquisa. Os dosímetros de controle, em número de 2, foram utilizados na importação, na exportação e no armazenamento.

Foto 10 - Chip



Fonte: <http://www.scienceinschool.org/2010/issue14/radon>

3.4 DOS PROCEDIMENTOS

3.4.1 Do tempo de exposição

Recomenda-se como tempo médio o período de 90 dias. A literatura é pacífica quando se refere a um período médio de 90 dias pelas razões anteriormente detalhadas. No caso em específico os dosímetros foram instalados por exatos 94 dias.¹⁶⁰

3.4.2 Da quantidade de dosímetros

Considerando que os laboratórios e salas de aulas têm, aproximadamente, menos que 200m² de área e considerando o pé direito médio destes edifícios em 2,5m, utilizou-se a seguinte equação para chegar ao número de detectores por sala/laboratório.

Com fundamento na metodologia de avaliação da qualidade do ar interior em edifícios de comércio português derivada da Portaria 353-A/2013, já descrita no capítulo sobre a “Qualidade do ar interior em Portugal”, temos a equação.

$$N_j = \frac{(0,125 \times \sqrt{\text{área}})}{j}$$

¹⁶⁰Os 94 dias, ao invés de 90, deu-se exclusivamente por conveniência pessoal.

$$N1 = \frac{(0,125 \times \sqrt{200})}{1}$$

Onde:

N= número de detectores

j = número do piso, no caso 1 por tratar-se do 1º piso

0,125 = constante,

√área = raiz quadrada da área do piso

Obs. considera-se: pé direito médio de 2,5m

Colocados à altura entre 1,00 e 2,00 m do chão. ¹⁶¹ Esta fórmula é uma simplificação da fórmula que foi expressa na legislação portuguesa onde adotou-se a seguinte regra¹⁶² : $N_j = (0.125 \times \text{SQR}(\text{Área}_j)) / j^2$ onde: N_j = número de detetores a instalar no piso j ; $\text{SQR}(\text{Área } j)$ = raiz quadrada da área do piso j ; j^2 = índice do piso j ao quadrado.

Esta fórmula é dependente do índice do piso e faz com o número de detectores vá diminuindo conforme subimos de piso. Neste sentido adotou-se a quantidade de 3 detectores por laboratório/sala de aula em razão do resultado da fórmula.

$$N1 = \frac{(0,125 \times \sqrt{200})}{1}$$

$$N1 = \frac{(0,125 \times 14,14)}{1}$$

$$N1 = 1,76$$

Como não existem 1,76 detectores, aproximou para 2. A utilização de 3 detectores se deu por excesso de precaução no que se refere à possibilidade de perdas com relação a extravio. A possibilidade de extravio foi levada em consideração em razão do tamanho do objeto e de sua supervisão. Embora tenha

¹⁶¹Essa altura também encontra lastro em pesquisa acadêmica. Del Claro (2013, p. 48) afirma que a “a distância de 1,5m corresponde à altura de um adulto sentado, possibilitando, assim, que os detectores permanecessem próximos ao nível do ar respirado pelos seres humanos onde acontece a inalação do gás 222-Rn. A maioria dos postos de trabalho avaliados corresponde a espaços administrativos nos quais as pessoas que dele ocupam passam a maior parte de seu horário de trabalho sentadas.

¹⁶²A fórmula utilizada se baseia na Nota Técnica NT-SCE-02, que criou a Metodologia para auditorias periódicas de QAI em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE, que confere a Certificação Energética e Ar interior de Edifícios, definido pelo n.º 3 do artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 79/2006.

sido supervisionados a cada 15 dias, entre estes episódios poder-se-ia ocorrer alguma perda.

Embalados individualmente, tais detectores são, segundo dados do fabricante, fabricados e embalados em uma atmosfera livre de radônio. São embalados em pequenos invólucros de alumínio, à prova de detecção para partículas α .

Cada unidade é numerada com um código de barras em sua carenagem e com a mesma numeração e mesmo código de barras na sacola de alumínio. A retirada dos invólucros foi feita exclusivamente no momento da afixação.

3.4.3 Do posicionamento

Foram afixados os detectores pela base ou pela lateral com fita dupla face de alta resistência, conforme foto abaixo, no revestimento cerâmico dos laboratórios e outras dependências, locais em que foram afixados avisos de que ali se realizava experiência científica não devendo haver interferências humanas e contato.

Foram seguidas as recomendações do fabricante no sentido de mantê-lo afastados de fonte de calor. (RADOSYS USER MANUAL, 2013, p. 4-2)

Abaixo dosímetros em salas e laboratórios:

Foto 11 - Dosímetro em uma sala Foto 12 - Dosímetro em um laboratório



Fonte: Autor (2017)

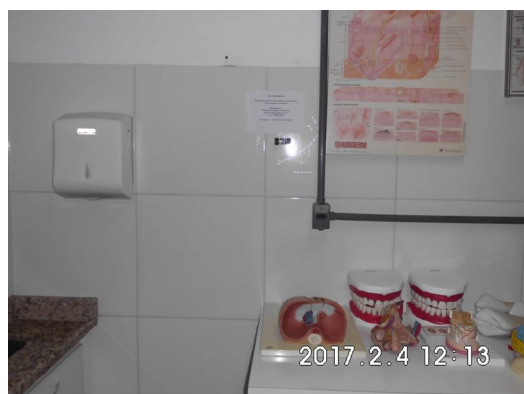
Fonte: Autor (2017)

Foto 13 - Dosímetro em uma sala



Fonte: Autor (2017)

Foto 14 - Dosímetro em um laboratório



Fonte: Autor (2017)

Foram aderidos às paredes e outros objetos fixos longe de condicionadores de ar, fontes de calor e janelas de modo a se evitar interferências de variáveis imensuráveis.

Foram colocados vertical ou horizontalmente à exposição a uma altura média de 1,5 do nível do chão. A posição nos ambientes foi escolhida em razão de se evitar colisão uma vez que são espaços de circulação de pessoas e, possível, desprendimento do móvel ou da parede. Ressalte-se que não há qualquer recomendação especial quanto ao posicionamento. O fabricante, em seu manual esclarece: *“There is no any particular or specific suggestion about how and where to place the radon detector.”*¹⁶³ (RADOSYS USER MANUAL, 2013, p. 4-1).

3.4.4 Do dosímetro de controle

Para verificar a exposição dos mesmos durante a fase de armazenamento foi mantido na caixa dois dosímetros até o momento da exposição, para controle da concentração. São os chamados dosímetros de controle.

Da seguinte forma: um deles foi mantido fora da embalagem de alumínio durante todo o tempo enquanto que o outro fora mantido lacrado e sem uso. Retornaram para leitura da mesma forma. Nenhum deles registrou qualquer atividade acima do Limite de Detecção. Aquele que ficou fechado é também chamado de Dosímetro de Trânsito.

¹⁶³ Não há nenhuma sugestão particular ou específica sobre como e onde colocar o detector de radônio. (tradução nossa).

3.4.5 Do desenfundamento

Os detectores foram retirados do invólucro com um corte mínimo evitando-se ao máximo desnecessária rotura do mesmo, uma vez que na devolução ao laboratório para o processamento analítico os mesmos serão enviados na mesma embalagem. O processo de início da leitura se inicia imediatamente ao abrir a embalagem de alumínio. Diga-se que foram abertas as embalagem exclusivamente no momento de sua afixação. É o que recomenda, inclusive, o fabricante. (RADOSYS USER MANUAL, 2013, p. 4-1).

Foto 15 - Dosímetro sendo desembalado



Fonte: Autor (2017)

3.4.6 Do armazenamento

Para evitar contaminação com partículas alfas durante o período de exposição e envio para o laboratório os detectores foram re-embalados nos mesmos invólucros e selados com fita adesiva de alumínio. Os invólucros que foram adequadamente guardados foram utilizados na devolução por via aérea de Salvador-Bahia-Brasil para Coimbra-Portugal. Imediatamente após a data final de experimentação os detectores foram devolvidos para o Laboratório de Radioatividade Natural (LRN) da Universidade de Coimbra (UC).

Foto 16 - Dosímetro reembalado e lacrado com fita de alumínio



Fonte: Autor (2017)

Esse cuidado visa garantir a incolumidade dos polímeros para que os mesmos não continuem registrando atividade. Observe-se que o traslado com suas inspeções alfandegárias não é fator de contaminação, visto que os raios-X não perturba o registro do decaimento radioativo.

Os dados extraídos foram interpretados à luz da estatística onde foram compreendidos segundo metodologia recomendada pelo fabricante na seção sobre **“Resultado da leitura”**.

A UC forneceu os protocolos de leitura e devolveu os valores obtidos por unidade de detecção. Os valores foram interpretados para compreensão dos riscos. Esta universidade está credenciada por acordo com o fabricante do dosímetro a proceder à leitura.

Ao chegar ao laboratório foram armazenados novamente numa câmara numa atmosfera livre de radônio, desenvolvida para situações onde a leitura não pode ser feita preferencialmente de forma imediata.

When it's happened that the returned and exposed detector is needed to store for a while, keep it in radon free environment. Storing on the second floor or outdoor may be a perfect solution, since the radon level on ground floor is always higher. If storing the returned and once activated detectors on ground floor is unavoidable, test the room for radon level and be ensured that the level of radon activity is not elevated there. (RADOSYS USER MANUAL, 2013, p. 4-2)

Junto com os dosímetros lacrados em seus respectivos invólucros foi encaminhado outro desembrulhado, chamado de dosímetro de trânsito, para aferir a

exposição do trajeto de volta. Este dosímetro já registra decaimento desde que foi fabricado.

3.5 DO PROCEDIMENTO ANALÍTICO

3.5.1 Materiais utilizados

Foram materiais de uso laboratorial utilizados no processamento analítico: 01) RadoBath - caldeira com motor elétrico e adaptador; 02) Misturador de solução (elemento da caldeira); 03) Funil; 04) Espátula; 05) 300 ml de vinagre industrial a 20% ou 400 ml de vinagre doméstico a 15%; 06) Termômetro: comprimento > 300mm. Diâmetro < 20mm; 07) 1000 g de NaOH cristalina granulada (< 10mm); 08) 4000 ml de água destilada por processo de osmose reversa (deionizada); 09) Luvas (de algodão e de látex); 10) Solução de 4000 ml de vinagre para 20.000 ml de água de torneira; 11) Saco plástico (capacidade 4000ml); 12) Garrafa (resistente a temperatura de + ou - 150 °C). (RADOSYS USER MANUAL, 2013, pp. 4-5 a 4-17).

3.5.2 Dos materiais de segurança

São materiais de segurança utilizados na análise laboratorial: 01) Rolo de papel toalha para limpeza; 02) Água natural; 03) Saco plástico; 04) Luvas, etc.

Em laboratório o detector é aberto com um alicate próprio e os chips são colocados em um slide (tela plástica denominada comercialmente de RadoSlide) com capacidade para 12 chips vide foto abaixo:

Foto 17 - RadoSlide



Fonte: LRN

A retirada dos chips da câmara de difusão deve ser feita cuidadosamente com um pinça plástica de modo a não ferir o chip. Apenas em sua parte de caracteres alfanuméricos pode ser tocada. Nenhuma parte do chip deve ser tocada com as mãos devendo o manipulador usar luvas estéreis de látex. (RADOSYS USER MANUAL, 2013, p. 4-2).

Em grupos de três slides os dosímetros presos são mergulhados em NaOH cristalino (granulação <10mm) diluído em água destilada, num processo denominado de etching, por 3h40min a uma temperatura de 90°C (aquecimento elétrico) em um equipamento denominado RadoBath. Estes slides, em grupos de 03, são presos a um suporte metálico resistente à temperatura e à abrasão química. Toda operação de mergulho foi realizada com cuidados de segurança uma vez que o Hidróxido de Sódio é corrosivo e seu vapor é tóxico. O RadoBath mistura a H₂O + NaOH através de hélice em sua parte inferior movida eletricamente (RADOSYS USER MANUAL, 2013, pp. 4-6, 4-7).

O RadoBath é hermeticamente fechado para impedir a vaporização do NaOH, que devido à sua toxicidade poderia causar danos à saúde de quem esteja próximo.

Foto 18 - RadoBath



Fonte: <http://www.radosys.com/nano%20reader.htm>

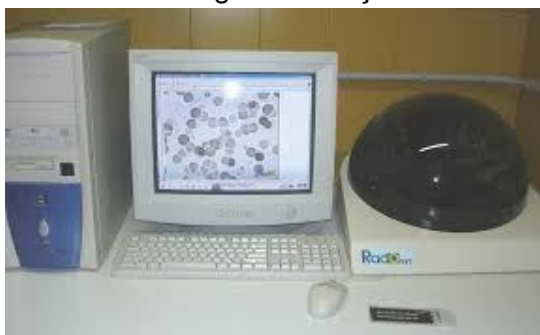
Do RadoBath a solução de NaOH é misturada com solução de vinagre e água e drenada. A mistura da solução de vinagre com NaOH se dá para neutralizar o ácido. Após 4h os chips são retirados secos e prontos para leitura.

A neutralização da solução de NaOH pode tanto ser feita com vinagre sintético quanto com água de torneira numa proporção em que sua diluição torne a solução inofensiva ao meio ambiente.

Os slides com os chips são lavados com água destilada para não deixar resíduos e manchas geradas durante o *etching*.

Após a drenagem da solução os chips já secos são colocados num outro equipamento, denominado comercialmente de Radometer que em 20s realiza a leitura. O equipamento eletrônico realiza de forma automática e microscópica a leitura e revela o número de traços encontrados (números de traços de partículas alfas). Além disso, este equipamento acoplado a um computador pessoal expressa os dados de forma imediata disponibilizando em forma de arquivo impresso ou dados.

Foto 19 - Contagem de traços



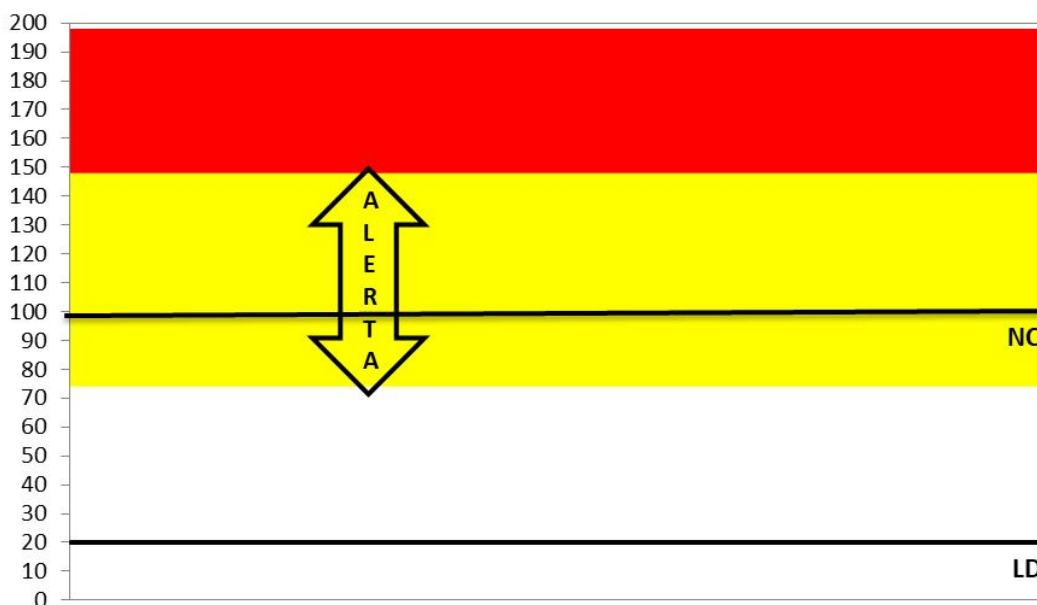
Fonte: LRN

Este mesmo equipamento eletrônico configurado para traduzir em unidades de medidas revela, após a introdução do período da leitura (data de início e fim) os valores em Bq/m³, revelando a concentração.

3.5.3 Resultado da Leitura

Considerando que **nenhum** dos 123 detectores utilizados ultrapassou os 100 Bq/m³ (limite para mitigação segunda a OMS), apresentando-se 94% deles abaixo do limite de detecção da metodologia (20 Bq/m³), considerando a incerteza típica (10-25%) inerente ao equipamento de medição e considerando os valores apresentados pela EPA, tem-se a ilustração abaixo como expressão da relação entre os valores desta agência e os valores da OMS. O gráfico abaixo apresenta as duas referências para valores de concentração. A OMS só recomenda mitigação a partir de 100 Bq/m³, enquanto que a EPA são a partir de 148 Bq/m³, entretanto a partir de 74 Bq/m³ o sinal de alerta é acionado. No gráfico abaixo LD é o Limite de Detecção da metodologia de leitura e NC é o nível crítico.

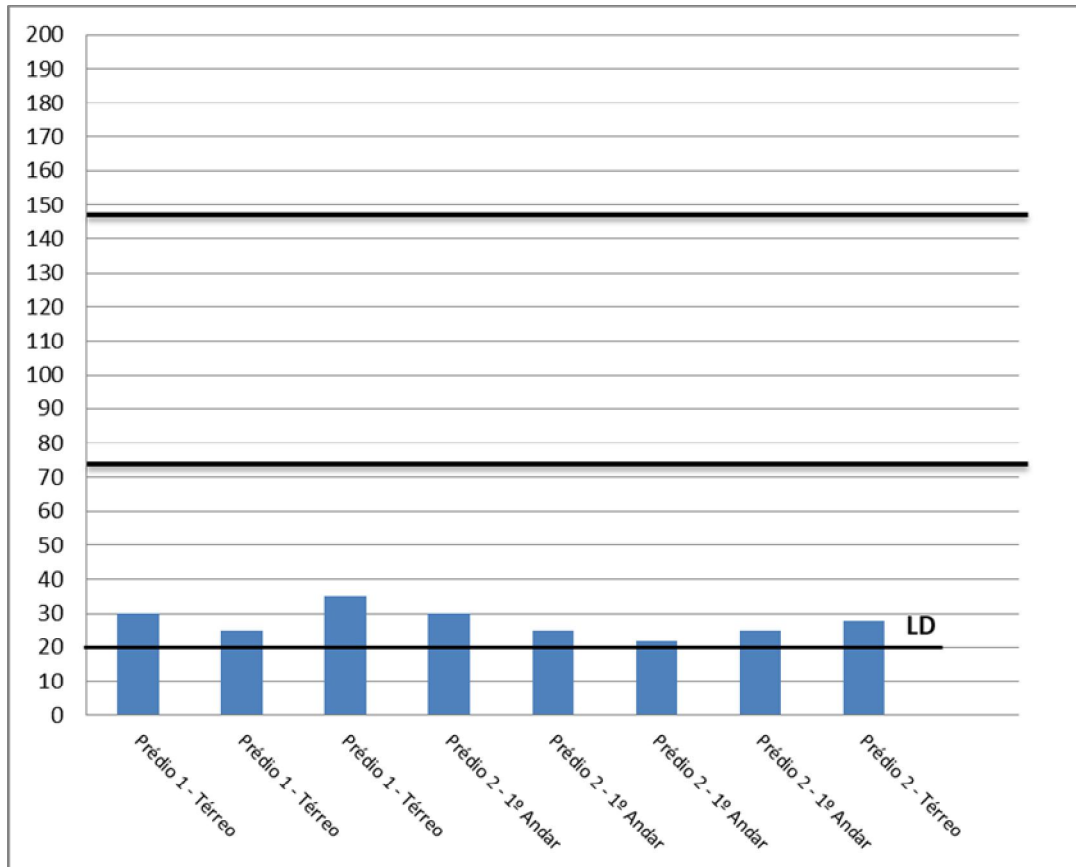
Quadro 35 – Níveis de atenção e de remediação segundo a EPA e OMS



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

No campo fático o gráfico abaixo apresenta o resultado do processamento analítico. Apenas 8 detectores apresentaram resultados de concentração acima de 20 Bq/m³. Coincidentemente todos estes detectores que apresentaram valores de concentração acima do LD foram do município de Governador Mangabeira. Nenhum dos detectores instalados em Cruz das Almas apresentou valores acima do LD.

Quadro 36 – Resultado da leitura

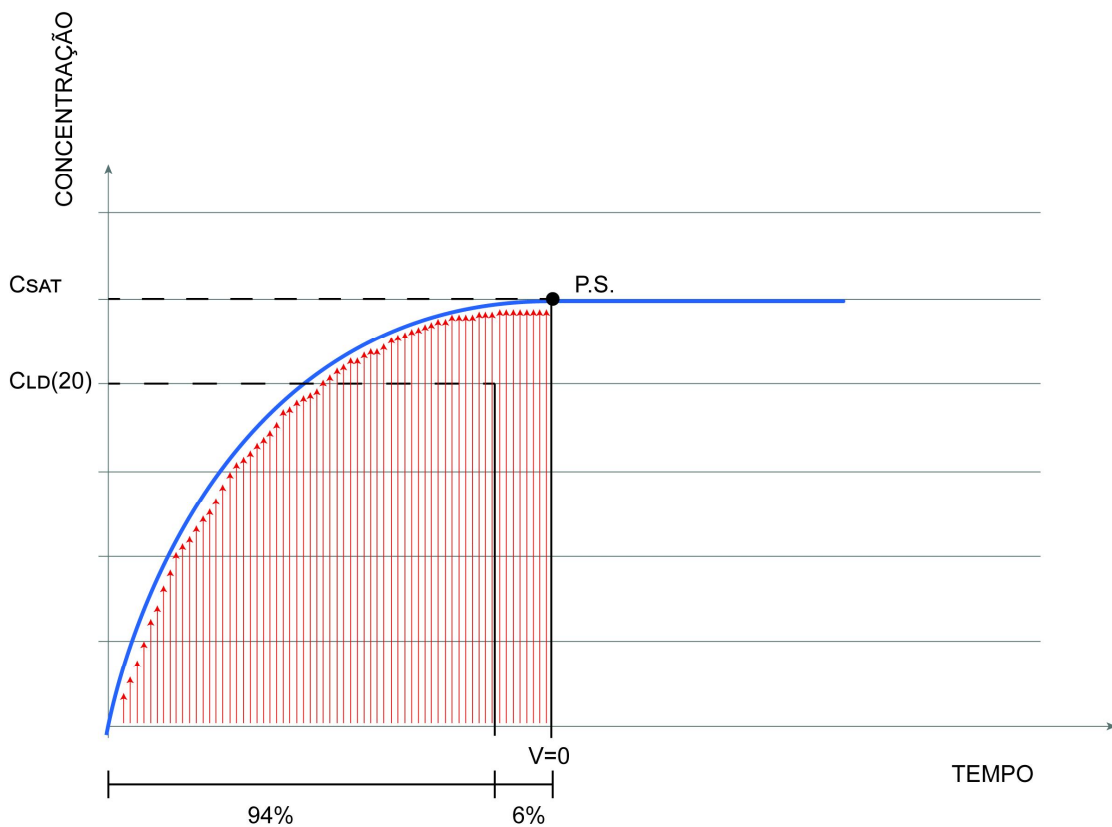


Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

O fator tempo é também um influenciador na determinação de baixos registros. A literatura refere-se ao substrato rochoso típico desta região como não propenso, muito embora não seja absoluto este fato. **Possivelmente** a adsorção registrada na resina CR-39 até alcançar o Ponto de Saturação exigiria um tempo de cerca de 180 dias no mínimo. O gráfico abaixo expressa essa relação entre o tempo e a concentração. Apenas 6% de detectores aproximaram-se da Concentração de Saturação, enquanto que os 94% remanescentes **não** ultrapassaram o LD.

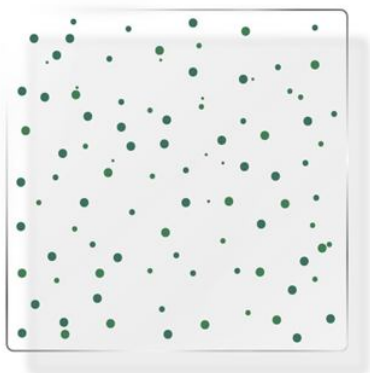
Abaixo gráfico da relação entre Concentração e Tempo. O Ponto de Saturação é um momento estimado em 180 dias, embora se trate de algo apenas suposto.

Quadro 37 – Relação entre concentração e tempo



Muito provavelmente as marcas deixadas na resina CR-39, conforme ilustração abaixo, não tenha atingido o Ponto de Saturação, tendo apenas algumas sido registradas. Em razão da escassez de literatura para estas condições geoclimáticas não se conhece, com precisão, o PS, que pode, inclusive, ter sido atingido ou não.

Figura 9 – Ilustração das marcas do decaimento na resina CR-39



Fonte: Autor, 2017.

3.6 UNIDADES E GRANDEZAS DAS RADIAÇÕES

Imperioso dizer que para fins deste estudo foi considerada a grandeza atividade radioativa, expressa pela unidade do SI - Bq/m³. Utilizam-se outras grandezas no estudo das radiações. Quanto ao decaimento do elemento transurânico radônio e sua concentração a adequada grandeza é aquela que mede a sua atividade. Neste estudo, delimitado, explorou-se a literatura que trata da atividade radioativa, embora para outros fins e fins correlatos se utilizem outras grandezas, tais quais as da tabela abaixo, como a Gray e a Sievert, que levam em consideração outras emissões. A emissão α é medida em Bq. As demais unidades Gy e Sv consideram outros fatores como os abaixo descritos no quadro infra.

Quadro 38 - Unidades e grandezas em radiação

GRANDEZA	UNIDADES
DOSE ABSORVIDA: a dose absorvida é a quantidade de energia (Joule) comunicada à matéria por unidade de massa de matéria (quilograma).	O gray (Gy)
ATIVIDADE: a actividade de uma fonte radiactiva corresponde ao número de desintegrações ocorridas numa unidade de tempo (segundo).	O becquerel (Bq)
EQUIVALENTE DE DOSE: o equivalente de dose define-se como o produto da dose absorvida pelo factor de qualidade e de outros factores adequados eventuais.	O sievert (Sv)

Fonte: Pontanel e Giudicelli (1993, p. 324).

Imprescindível que se digam algumas linhas acerca das diversas unidades e grandezas utilizadas neste trabalho. É importante esclarecer que Bq é uma unidade de medida de radiação, enquanto que Sv é uma unidade de dose de radiação. Transformando uma unidade em outra:

Quadro 39 - Conversão de Unidades de atividade de radiação

1pCi = 0,037 Bq
1Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq ou 37.000.000.000 Bq ou 37 GBq
1Bq = $2,7 \times 10^{-11}$ pCi ou 27.000.000.000 pCi

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Becquerel para Sievert:

Considerando que os estudos identificam que a concentração média de radônio *indoor* seja de 40 Bq/m³ e que o ser humano permanece anualmente cerca de 7000 h dentro de imóveis residenciais e 2000 h trabalhando¹⁶⁴ e considerando o **fator de ponderação 20** para radiação α , se tem¹⁶⁵:

Quadro 40 - Conversão de unidades por fator de ponderação

100Bq/m ³ médio/anual/ = 5 mSv/ano, ou seja o fator de ponderação será a razão entre a atividade e o equivalente de dose (ou dose equivalente).

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

¹⁶⁴Os valores são aproximados para grandes números inteiros, entretanto contabilize o ano um total de 8760h. O ICRP 93 de 2010 considera estes valores uma exposição média.

¹⁶⁵O fator de ponderação depende do tipo, do tempo e do ambiente de exposição. Considerou-se aqui o fator de ponderação 20 para a inalação por 7000h no ambiente residencial e 2000h de trabalho. O documento POSIÇÃO REGULATÓRIA 3.01/002:2011 da CNEN estabelece a tabela para os FATORES DE PONDERAÇÃO PARA AS GRANDEZAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA. Neste sentido as partículas α , fragmentos de fissão, núcleos pesados estabelece o fator de ponderação ou fator de peso da radiação com sendo 20. O mesmo fator de ponderação foi estabelecido pelo (ICRP 119, 2012)

4 CONCLUSÕES

Papini (2012, p.152) afirma que qualquer indicador em vigilância em saúde ambiental deve, necessariamente, possuir algumas características essenciais: deve ser cientificamente confiável, facilmente aplicável pelo usuário, ter uma relação custo-benefício favorável, deve considerar as condições ambientais, de saúde e suas possibilidades de controle, assim como ter aplicabilidade geral. O presente estudo empírico pautou-se nestes princípios o que levou a ratificar a tese de que as pesquisas em qualquer área do conhecimento não se esgotam num só momento. Neste sentido Papini (2012, p.151) sugere que o cidadão passe a ter um papel destacado na vigilância em saúde ambiental. A escolha dos dosímetros do tipo aqui utilizados na aferição é um exemplo deste protagonismo.

A verificação em condições reais é imperativa para entender a relação radônio-ambiente-saúde. Neste sentido desenvolveu-se com amparo em irrepreensível literatura, com farta amostragem, um estudo real e sua posterior assistência em fase de leitura sob o patrocínio da instituição lusa que garantiu a credibilidade final.

A interpretação dos dados amostrais revela, *a priori*, que a experimentação foi bem sucedida no sentido de se provar possível, viável, metodologicamente clara. O processamento analítico igualmente se fez sob técnica eficiente, sólida, amparada por tecnologia de ponta.

Demonstrou o estudo em tela capacidade de emprego de técnica já conhecida, embora sob desenho experimental próprio, submetendo o estudo ao gabarito de documentos nacionais e internacionais, que colaboraram no discernimento do objeto de estudo.

O resultado do processamento analítico revela que há conformidade para salubridade ambiental nas dependências da FAMAM de forma adequada. Revelam os números que todos os imóveis expressam valores ideais, muito longe da faixa de atenção da EPA.

Por outro lado chama atenção para o fato de, em instalações similares, destinadas ao mesmo uso, concomitantemente submetidas ao mesmo estudo, expressaram valores distintos com relação aos achados.

Os imóveis localizados no município de Governador Mangabeira revelaram valores ligeiramente diferentes dos valores dos imóveis do município de Cruz das Almas.

Chama atenção para o fato de Governador Mangabeira apresentar quatro vezes mais câncer de pulmão que o município de Cruz das Almas, conforme Quadro 17. O cruzamento dessas informações pode ser um **indício** de que o radônio esteja presente na neoplasia de pulmão em Governador Mangabeira.

Já no campo do Direito o epílogo, aqui provisório, pois em ciência as conclusões são sempre provisórias, leva-nos ao seguinte entendimento, entre outros de que a revisão de literatura permitiu observar que:

- a) Ao menos do ponto de vista do direito processual, o sistema jurídico brasileiro tem amplo amparo para ações cíveis e consumeristas que questionem negócios jurídicos defeituosos onde o desfazimento, ressarcimento, reparação sejam os objetivos.
- b) O sistema jurídico brasileiro ainda é, exclusivamente no aspecto substantivo, faltoso de diretrizes. E em razão deste fato a postulação em juízo é afetada pela insuficiência total ou quase total de instrumentos, aqui compreendidos como parâmetros. Mesmo importando para o debate, em exercício do direito comparado ou invocando-se os tratados já ou ainda não recepcionados o requisito da norma escrita, pública e material é praticamente imprescindível, sob pena de cair no campo do juridicamente impossível.¹⁶⁶ Cumpre ao poder público no dever de zelar pelo bem jurídico saúde em se cercar de instrumentos que salvaguarde a saúde pública em suas múltiplas possibilidades e ofereça à sociedade também as ferramentas para que a mesma possa exigir do mercado

¹⁶⁶Embora o CPC/2015, que passou a ter vigência em 16 de março de 2016, ter abolido a referência à impossibilidade jurídica do pedido que estava presente no CPC/1973, art. 295, III, tal instituto não foi abolido do código de ritos. Foi abolida apenas na análise *prima facie*. Assim era descrita: “Art. 295. A petição inicial será indeferida: III – o pedido for juridicamente impossível;” No campo do direito público havendo a possibilidade jurídica do pedido depende de previsão legal. No campo do direito privado a possibilidade jurídica do pedido se apresenta bastando não haver proibição. O insigne jurista Fredie Didier Jr, em ensaio anterior à vigência do CPC/2015, intitulado “Será o fim da categoria “condição da ação”? Um elogio ao projeto do novo CPC, afirma que o referido instituto sobrevive no novo CPC. São suas palavras: “(...) não há mais menção “à possibilidade jurídica do pedido” como hipótese que leva a uma decisão de inadmissibilidade do processo. Consagra-se o entendimento, praticamente unânime até então, de que a impossibilidade jurídica do pedido é causa de decisão de mérito e não de inadmissibilidade. Não há mais menção a ela, também, no rol de hipóteses de indeferimento da petição inicial (art. 305, NCPC). Trata-se de proposta que foi muito bem aceita na doutrina brasileira.”

aperfeiçoamentos lhe permitindo também se servir do Judiciário quando necessário. A postulação em juízo nestas condições é desfavorável, embora não impossível.

- c) Verificou-se, no estudo presente, sob a ótica legislativa a plena aptidão para o advento de norma que possibilitará a regulamentação da engenharia e da construção civil imobiliária em todas as suas etapas, seja da mineração até edificação em si.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a revisão de literatura anteriormente posta que trouxe ao texto diversos níveis de radônio passa-se a resumi-los na tabela abaixo e a fazer considerações a respeito.

Quadro 41 - Comparação de dados

País/Níveis	E.U.A¹⁶⁷	Inglaterra	Alemanha	Espanha	Portugal	Suíça
Tolerância	< 73	-	<250	-	<400	<1000
Tolerância doméstica imóveis novos	-	< 100	-	< 200	-	-
Tolerância doméstica imóveis antigos	-	< 200	-	< 400	-	-
Tolerância no trabalho	-	-	-	-	-	<3000
Nível de alerta	74-148	-	-	-	-	> 400
Nível de intervenção	> 148	-	> 250	-	> 400	> 400

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Imprescindível dizer ainda que os dados suprimidos no quadro acima não dizem respeito a informações não existentes, mas meramente ao que foi contemplado na revisão de literatura e segundo os documentos e autores referenciados.

Quanto aos organismos internacionais foi pacificado pela ONU e seus ramos que valores acima de 100 Bq/m³ médios anuais já são indicativos de relação com a referida patologia. Quadro abaixo comparativo entre os organismos internacionais que têm se voltado ao objeto apresenta a pluralidade de valores acerca do quanto o radônio é considerado para fins de políticas públicas.

¹⁶⁷ Os limites da USEPA são aqueles verificados instantaneamente. Os demais países neste quadro consideram seus limites compreendidos como uma média anual.

Quadro 42 – Comparação de dados entre organismos transnacionais e internacionais

Organismo¹⁶⁸	Nível máximo aceitável
ONU/OMS	100
ONU/UNSCEAR	100
ICRP	300
EURATOM	300

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Apesar da afiliação do Brasil às Nações Unidas é prudente considerar os valores da EPA para fins de uma norma pública uma vez que sua metodologia repercute melhor no sistema jurídico brasileiro.

As diretivas, recomendações dos organismos internacionais aqui retratados têm oscilado muito nos últimos anos trazendo, caso fossem implantadas, insegurança jurídica em razão das constantes mudanças e heterogêneas metodologias. Nesse sentido o sistema jurídico brasileiro se adapta melhor a padrões cuja expressão seja taxativa.

Sem falar que as demais metodologias, as dos organismos como ICRP, se referem a um conjunto de exposições de difícil mensuração, pois há que se somarem diversas fontes.

A metodologia da EPA estabelece uma forma prática, eficiente, objetiva, acessível, barata, que vão desde a aferição, técnica de mitigação e compreensão social do problema. Os valores trazidos pela EPA definem com muita precisão a questão ao estabelecer três níveis: até 73 Bq/m³ quando não há nada a fazer, de 74 Bq/m³ a 148 Bq/m³, quando se deve está alerta e acima de 148 Bq/m³ quando se devem proceder a medidas corretivas. Estes níveis são legísláveis. As demais medidas de Equivalente de Dose ou a de Dose Absorvida são de difíceis mensurações e completamente impossíveis de ser objeto de legislação para o amplo público. Não são instrumentos práticos para uso em políticas públicas que visam controle epidemiológico. Políticas públicas dependem de certezas oferecidas por números aferíveis com praticidade. Sem relação de causa e efeito as possibilidades de amparo jurídico são muito limitadas. Nesse caso há que se estabelecer uma

¹⁶⁸ Os organismos internacionais não determinam, mas sim recomendam.

relação entre causa e efeito não entre radônio e câncer, mas entre radônio e obrigações civis. Por esta razão é imprescindível valores, números. Qualquer política pública que vise conceber o radônio como elemento da salubridade ambiental deve estimar seu papel exposto como atividade e estratificado segundo números sólidos.

Caso tenha-se no Brasil uma legislação deve a mesma ser estabelecida com critérios semelhantes ao da EPA, não obstante ser uma metodologia estrangeira nada impede adotar-se inclusive os mesmos valores haja vista nada depor contra os mesmos.

O quanto definido pela EPA como valor crítico para remediação, 148 Bq/m³, é um valor razoável, tendo-se em vista as condições geoclimáticas do Brasil, onde os níveis podem ser baixos, embora sejam poucos os estudos. Sua metodologia recomenda a mitigação em toda e qualquer circunstância onde se registre valores acima desse limite crítico. Para tanto a metodologia da EPA recomenda meios mitigatórios que são acionados tão somente a se verificar que o nível crítico foi atingido.

Sugere-se então aqui a adoção dos valores norte americanos e uso de suas metodologias em razão da praticidade, baixo custo, adequação de suas orientações para fins de normatização.

Com relação aos edifícios que foram objeto de estudo há que se considerar a boa e jovem estrutura dos seus prédios, que em ambos os municípios, possuem boa ventilação artificial, bom dimensionamento, tratam-se de espaços com excelente condição física, e ainda encontram-se a região onde seus edifícios estão localizados em solo e substrato rochoso de baixa probabilidade para defrontar-se com radônio, e considerando que o clima da região também favorece a dispersão é perfeitamente compreensível que os achados sejam plenamente compatíveis com as características destes imóveis. O clima da região do Recôncavo é outro elemento favorável que por sua vez não confina seus municípios a ambientes sempre fechados, possibilitando o arejamento, um dos elementos da boa salubridade. Na hipótese da extensão dos resultados para todos os dois municípios há que se considerar outro relevante elemento para que os dados representem valores adequados é o fato da água consumida na região não ser de origem subterrânea, o que colabora para os baixos níveis.

A etapa experimental que por sua vez foi realizada nas estações de menor confinamento possibilitou a menor interferência possível, pois se deram dos seus 94 dias, aproximadamente 45 deles no período de recesso escolar quando o menor número de variáveis afetou os resultados. O período escolhido foi ponderadamente pensado para ocorrer, aproximadamente, metade no período de aulas e outra metade no período de férias para que as variáveis: corrente de vento, funcionamento de aparelhos elétricos, funcionamento de aparelho de ar condicionado, abertura e fechamento de janelas e basculantes, etc., afetassem equilibradamente os registros de traços.

Os achados indicam, também, plena adequação de suas estruturas aos índices aceitáveis, estando, inclusive, abaixo de qualquer indicativo de intervenção.

O presente estudo sugere a necessidade periódica de avaliação da concentração de radônio em todo e qualquer imóvel em toda e qualquer região habitada. Entende que deve ser criada a legislação específica e que devem ser criados os mecanismos de fiscalização.

Conclui ainda que os estudos futuros devem ser aprofundados no sentido de ampliar a relação entre o fenômeno e seus desdobramentos.

Conclui pelo aperfeiçoamento da metodologia visando ampliar as experiências no campo da realidade onde, de fato, o fenômeno ocorre, sempre almejando a descoberta em condições concretas considerando ampla faixa da população, seus imóveis e suas variáveis específicas.

As medidas realizadas em condições reais são similares a que qualquer interessado desassistido de bases científicas poderia levantar. Assim foi metodologicamente pensada.

Considere-se também que a presença do radônio em um imóvel é multifatorial, sendo suas origens as mais diversas desde o solo, tintas, cimentos, argilas, areias, minerais ornamentais, água, tipo de ventilação, etc., tornando a apreensão do fenômeno complexa, multidisciplinar e afetada por variáveis internas e externas que vão desde a estação do ano até a velocidade do vento.

No que pese a pouca profundidade dos solos latossolo e chernossolo e sua conseqüente proximidade com o substrato rochoso, não se estabeleceu na revisão de literatura uma relação imediata entre jazidas naturais de materiais radioativos e radônio. Entretanto considerando a expansibilidade do solo da região do recôncavo

que leva a rachaduras e fissuras nos imóveis, cuida-se em recomendar à engenharia civil as cautelas necessárias.

Os resultados experimentais demonstram entre outras coisas que:

- a) As rochas sobre as quais os edifícios estão localizados na região do Recôncavo são muito pouco propensas ao radônio;
- b) O clima da região não é favorável ao radônio;

Mais estudos no campo público e privado devem explorar a multifacetada questão apresentada neste estudo para entender os variados nuances que afetam a salubridade ambiental *indoor*. Neste sentido adverte-se para a necessidade de estudos continuados neste campo vez que a literatura indica haver forte correlação entre radônio-ambiente-saúde. É sensato que o poder público se imponha sobre os interesses privados e é ponderado que o setor privado se antecipe esboçando suas técnicas específicas através de protocolos de construção fiáveis para o radônio. O poder econômico não pode se sobrepor aos interesses coletivos que dizem respeito ao mais caro dos bens jurídicos.

Convém destacar, *in fine*, a relevância da continuidade do estudo empírico como forma de conhecer melhor a questão. No tocante ao experimento é conclusiva a afirmação de que geografia da região, seu clima, não favorece significativa verificação de concentração de radônio haja vista o limite de detecção da técnica empregada, que neste caso solicita um longo período de observação (6 meses ao menos). A técnica empregada não identifica registros de traços inferiores a 20 Bq/m³, não significando que não exista atividade de decaimento radioativo, apenas que a técnica, que é a mesma utilizada largamente para uso doméstico nos E.U.A. e na Europa, não é sensível a ponto de reconhecer concentrações inferiores ao Limite de Detecção. A baixa existência de achados (traços) indicam tanto baixa concentração, e, conseqüentemente, baixa atividade.

Considerando que o radônio é um elemento que se apresenta de forma difusa sugere-se que o período de experimentação para este tipo de solo, substrato rochoso, clima, seja de 6 (seis) meses no mínimo.

Considerando que mesmo adotando os valores da OMS ou da USEPA, que são os mais rígidos, se tem no caso em tela, ausência de traços capazes de suscitar qualquer cautela de acordo com os prazos experienciados. O preferível resultado não

recomenda à luz da técnica e dos dados apurados qualquer uso de método mitigatório nos edifícios da instituição investigada. Não obstante tais achados há que se manter efetiva e escrupulosa investigação a fim de perquirir melhor a região assim como todo e qualquer solo sobre o qual haverá que se construir, uma vez que a natureza é dinâmica podendo em oportunidade ulterior manifestar fenômenos diversos com resultados diversos.

Recomenda-se em condições geoclimáticas semelhantes:

- a) Aplicação da mesma técnica por um período de 6 (seis) meses no mínimo;
- b) Instalar os dosímetros próximos ao chão a, no máximo, 1,5m de altura;

6 PRODUTO FINAL

6.1 INICIATIVAS DE LEGISLAR

Do quanto foi visto e exposto até aqui, entende-se que foi, possivelmente, esgotada a legislação acerca do tema e explorada a competência dos órgãos públicos que têm aptidão para fiscalizar, editar resoluções minudenciando as diretrizes constitucionais e de leis ordinárias.

Entende-se, no curso deste trabalho, que a **competência** para tratar as questões relativas ao radônio-imóveis-saúde se triparte da seguinte forma no que tange a:

- a) proteção radiológica;
- b) construção civil;
- c) vigilância sanitária;

Com relação à **proteção radiológica** a que se dizer que à CNEN deve competir, além das responsabilidades que já abraça, a tarefa de dizer os valores da concentração do radônio em ambientes residenciais, de estudo e de trabalho.

Sendo a autarquia federal CNEN, parte do organograma do MCTIC, compete a este último dizer as atribuições da Comissão. O instrumento normativo utilizado para isto é a Portaria. O chefe do Executivo é limitado a editar atos que complementam as leis que foram elaboradas pelo Poder Legislativo.

Enquanto ato ordinatório a Portaria pormenoriza normas maiores (Leis). São atos dos chefes dos órgãos públicos. Neste sentido cabe ao Ministro do MCTIC editar, em razão de suas próprias atribuições, ato ordinatório (Portaria) determinando à CNEN que estabeleça os valores de intervenção e alerta cuja observação deva valer para os ambientes de moradia, estudo e trabalho.

Com relação à **construção civil** vale lembrar que não existe no Brasil um Código Nacional de Edificações. A competência para legislar sobre o tema é exclusivamente municipal, como dispõe a CF/88 em seu art. 30, I, já tratado anteriormente.

Em se tratando de interesse local cabe ao Legislativo municipal o cargo de elaborar duas importantes leis:

- a) Lei do Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo;
- b) Código de Obras e Edificações.

No município de Salvador¹⁶⁹, e.g., as duas referidas leis derivam da Lei Maior municipal¹⁷⁰. A Lei Orgânica do Município (LOM) diz que:

Art. 7º. Ao Município do Salvador compete:

I - dispor sobre assuntos de interesse local e complementar a legislação federal e a estadual no que couber;

XXIII - **estabelecer normas de edificação**, loteamento, desmembramento, arruamento, saneamento urbano e planos urbanísticos específicos, bem como as limitações urbanísticas convenientes ao ordenamento e ocupação de seu território;

XXIV - **interditar edifícios, construções ou obras em ruína, em condições de insalubridade** ou de insegurança e, diretamente, demolir, restaurar ou reparar quaisquer construções que ameacem a saúde ou a incolumidade da população;¹⁷¹ (grifos nossos)

Destarte, foi elaborada a Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo do Município de Salvador (LOUS) que, no que pese a necessidade da adequação das normas às exigências sociais, a referida lei não faz referência em nenhum de seus itens a qualquer exigência quanto a preservação da saúde coletiva em nenhum de seus licenciamentos imobiliários. Ao contrário, a LOUS municipal de Salvador somente se preocupa com o fato de o imóvel for emissor de efluentes, ruído ou impacto excessivo ao trânsito.

Embora não tenha tocado em qualquer radioelemento a LOUS foi feliz em alguns aspectos criando uma margem onde uma regulamentação ulterior por uma norma abaixo ou por um acréscimo à mesma. Vemos esta margem em:

Art. 31. As intervenções nos recursos hídricos deverão atender às seguintes exigências:

II – do empreendimento não pode advir poluição do solo, da atmosfera e das águas, nem resultar danos à presença humana;

Isso é tudo. Todas as referências à poluição ambiental referem-se à poluição que um empreendimento acrescentar ao meio e não à “poluição” que um radiação natural pode se tornar em um ambiente.

Por tratar-se a LOUS de uma lei municipal somente outra Lei municipal poderá modificá-la, acrescentando ou retirando qualquer de seus elementos.

¹⁶⁹O município de Salvador possui uma população em 2016 de 2.938.092 habitantes, num território de 692.819 km². Dados do IBGE (2017). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2927408>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

¹⁷⁰ Escolheu-se as normas de Salvador uma vez que as mesmas acabam se difundindo pelos municípios da Unidade da qual é capital.

¹⁷¹ Além da competência municipal da cidade do Salvador, ainda compete a este município, de forma concorrente: Art 8º. Compete ao Município, em comum com a União, o Estado e o Distrito Federal, observadas as normas de cooperação fixadas em lei complementar: II - cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e garantia das pessoas portadoras de deficiência; VIII - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;

Como desdobramento da LOUS ainda tem a Lei ou Código de Obras e/ou Edificações. Nenhum dos poucos códigos de obras e/ou edificações dos municípios brasileiros¹⁷² trazem qualquer referência às medições para radônio nem mesmo a qualquer outro radioelemento.¹⁷³

Analisando a Lei de Obras do Município de Salvador percebe-se que a mesmo cumpre sua função de regulamentar, mas se equivoca gravemente ao se submeter à LOUS e não à LOM. Um Código de Obras precisa ter mais *status* e se nivelar à LOUS.¹⁷⁴

Igualmente, a título exemplificativo, a Lei de Obras do Município de Salvador tal qual a LOUS não se refere a qualquer radioelementos. Entretanto não toque em radioelementos a Lei de Obras foi mais avançada e contempla a aeração como forte preocupação. A expressão ventilado/ventilação aparecem 21 vezes no texto. Por via transversa a salubridade para o radônio acabou sendo contemplada embora de forma inespecífica. Em todas elas a ventilação aparece como necessidade, embora não seja dita, como questão de saúde.

Tal qual na LOUS qualquer alteração na Lei de Obras de um município somente se dará por outra Lei, cuja competência para fazê-la pertence ao Legislativo.

Com relação à **vigilância sanitária** a competência é tanto federal, quanto estadual e municipal. A vigilância sanitária é assunto de interesse da área de saúde. A CF/88 a colocou no rol do SUS. Foi assim definida:

Art. 200. Ao sistema único de saúde compete, além de outras atribuições, nos termos da lei:
II - executar as ações de vigilância sanitária e epidemiológica, bem como as de saúde do trabalhador;

Para atender as necessidades em vigilância sanitária foi criada a ANVISA e colocada sob o controle do Ministério da Saúde. Por se tratar de assunto de alta relevância e a saúde ser matéria concorrente os estados e municípios também possuem suas próprias “vigilâncias sanitárias”. O Estado da Bahia possui uma

¹⁷²; Segundo o IBGE o Brasil possui, na data de hoje, 5570 municípios. IBGE, 2017. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 12 jan. 2017.

¹⁷³Pesquisa avançada no principal motor de busca da atualidade, que é o Google (www.google.com), não revelou serem positivos os termos: radônio, código de obras, código de edificações, lei de uso e ordenamento. Pesquisa realizada em 12 jan. 2017.

¹⁷⁴Este entendimento da submissão hierárquica se extrai desde o seu primeiro artigo. “Art. 1º - Esta Lei norteará a execução de toda e qualquer obra no Município de Salvador, em consonância com a Legislação de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo e tem como princípios gerais:”.

superintendência vinculada à Secretaria de Saúde da Bahia (SESAB), que é a Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde (SUVISA). O Município de Salvador também possui. Na capital do Estado a Vigilância Sanitária é uma diretoria da Secretaria de Saúde. Nos municípios de Governador Mangabeira e de Cruz das Almas a vigilância sanitária é exercida como controle sobre atos dos administrados. Atos estes são regulados pelas respectivas Secretarias de Saúde.

A ANVISA, que teria em tese, mais abrangência que suas homólogas locais, se ocupa de: agrotóxicos, alimentos, cosméticos, laboratórios analíticos, medicamentos, portos, aeroportos, fronteiras, produtos para saúde, saneantes, sangue, tecidos, células e órgãos, serviços de saúde, tabaco, farmacopeia.

Deduz-se que a ANVISA não se ocupa da saúde enquanto bem-estar dos imóveis. Embora possa. Nada impede.

Para que a ANVISA se ocupe do bem-estar humano, incluindo-se aí a salubridade para o radônio e até outros radioelementos, seria necessário que a mesma editasse uma Instrução Normativa, Portaria ou Resolução da Diretoria Colegiada.

Por se tratar a ANVISA do órgão maior do sistema de vigilância sanitária, caso a mesma assumisse a regulamentação para radioelementos poder-se-ia ter um efeito cascata sobre as suas filiais estaduais e municipais.

6.2 PROCESSO LEGISLATIVO

A prestação jurisdicional (serviço Poder Judiciário), e a tutela jurisdicional (proteção ao bem jurídico) não podem ser negadas pelo Estado. A prestação depende de amparo no ordenamento. O ordenamento é o lastro da prestação e sem ele o Estado-Juiz permanece inerte. Embora se admita a analogia, os costumes e os princípios gerais do direito como fontes complementares do direito, é a lei a fonte principal que obriga, especialmente a administração pública, que não age senão em função de uma obrigação expressa. A prestação jurisdicional está insculpida da CF/88:

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

XXXV - a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça a direito; (grifo nosso)

Para que o Estado-Juiz se vincule e a administração pública aja é necessário, no mínimo, que existam duas coisas: demanda e uma norma. A demanda muitas vezes é provocada pela simples disponibilidade da norma e a norma pode derivar de uma demanda.

Sem aqui considerar quem precede quem, toda norma pública de ampla repercussão nasce no Poder Legislativo, poder este, destarte, instrumentalizador do Judiciário.

O Poder Legislativo através de suas casas fazem as leis nascerem. Essa atividade se dá através do chamado Processo Legislativo. Existem regras para elaboração de normas em cada casa.

É despiendo dizer que o processo legislativo em todas as casas legislativas não é semelhante. Embora não seja semelhante guardam os legislativos municipais muita identidade. Aqui será abordado apenas o processo legislativo do Município de Salvador. Cada casa legislativa tem seu próprio regimento interno que suplementa normas específicas.

A estrutura de uma lei, qualquer que seja sua natureza, se norteia pela LC nº 95/98. A Lei Complementar (LC) retro citada define toda a estética de uma norma pública, enquanto que o Regimento da Casa Legislativa e a CF/88 definem o processo.

Na hipótese de algo ser normatizado deve o Legislativo ser movido. Este Poder pode ser levado a legislar por diversas vias. Chamam-se a essas vias de iniciativa¹⁷⁵. Têm, portanto, segundo a LOM, iniciativa para legislar:

Art. 46. A iniciativa das leis complementares e ordinárias, salvo os casos de competência **privativa**, cabe ao vereador, Comissão da Câmara Municipal, ao prefeito e por proposta de 5% do eleitorado, no mínimo. (grifo nosso)¹⁷⁶ (grifo nosso)

¹⁷⁵ Além disso, toda matéria apta a tramitar na Câmara Municipal precisa ser redigida com o máximo da objetividade possível. A objetividade não é um privilégio somente das ciências. A maior virtude de uma lei é a clareza de seu texto. Deve ser tão clara, que não possibilite, ao máximo, interpretações. Deve ser aforismática se necessário. Quanto menos hermenêutica, melhor. Estando apta e escrita em linguagem escorreita poderá seguir para apreciação. Ou seja, uma norma começa a ser elaborada muito antes de tramitar. Não obsta que um trabalho científico se torne base para elaboração de uma norma de direito.

¹⁷⁶ O Regimento da Câmara Municipal também orienta acerca da competência para a iniciativa quanto à proposição de normas: A iniciativa das leis, ressalvados os casos de competência **exclusiva**, cabe a qualquer Vereador, às Comissões da Câmara, ao Prefeito e à proposta de 5% do eleitorado. § 1º É da competência exclusiva da Câmara, por qualquer de seus integrantes ou suas Comissões, qualquer proposição não incluída, pela Constituição da República Federativa do Brasil ou Lei Orgânica, na

Diga-se ainda que só não pode ser submetidas à Câmara, por outros autores exceto o chefe do Executivo, aquilo que for da competência privativa deste.¹⁷⁷ As normas municipais, neste caso, serão dos seguintes tipos, segundo a LOM:

Art. 44. Processo Legislativo compreende a elaboração de:
I - Emenda à Lei Orgânica;
II - Leis complementares;
III - Leis ordinárias;
IV - Decretos Legislativos;
V - Resoluções.

O art. 44 é um rol taxativo, de projetos de normatização, que pode tramitar na Casa Legislativa Municipal da capital baiana.

O Processo Legislativo Municipal de Salvador, a título meramente exemplificativo, tem suas funções legislativas definidas no seu Regimento Interno (Resolução 910/1991).

A LOUS e o Código de Obras municipal são leis ordinárias, cuja modificação exige outra norma de mesma tipologia. A LOUS pode ser classificada como uma Lei Ordinária (LO) uma vez que é um desdobramento do Plano Diretor de Desenvolvimento e de Expansão Urbana.¹⁷⁸

O Regimento Interno da Câmara Municipal estabeleceu que:

Art. 171. Proposição é toda matéria sujeita à deliberação do Plenário, devendo ser redigida com clareza e em termos explícitos e sintéticos, podendo resultar em Projeto de Emenda à Lei Orgânica, Projeto de Lei Complementar e de Lei Ordinária, Projeto de Resolução, de Decreto Legislativo e em proposições de Indicação, de Moção, de Requerimento, de Substitutivo, de Emenda, de Subemenda, de Parecer e de Recurso.

Interessa a este estudo apenas apreciação sobre os conceitos de LC e a LO. Embora, do rol, não se depreenda uma hierarquia, presume-se sua existência visto

competência privativa do Prefeito. § 2º Compete, privativamente, ao Prefeito a iniciativa, no que couber, das leis que a Constituição da República Federativa do Brasil ou Lei Orgânica reservam ao Chefe do Poder Executivo. (Grifo nosso).

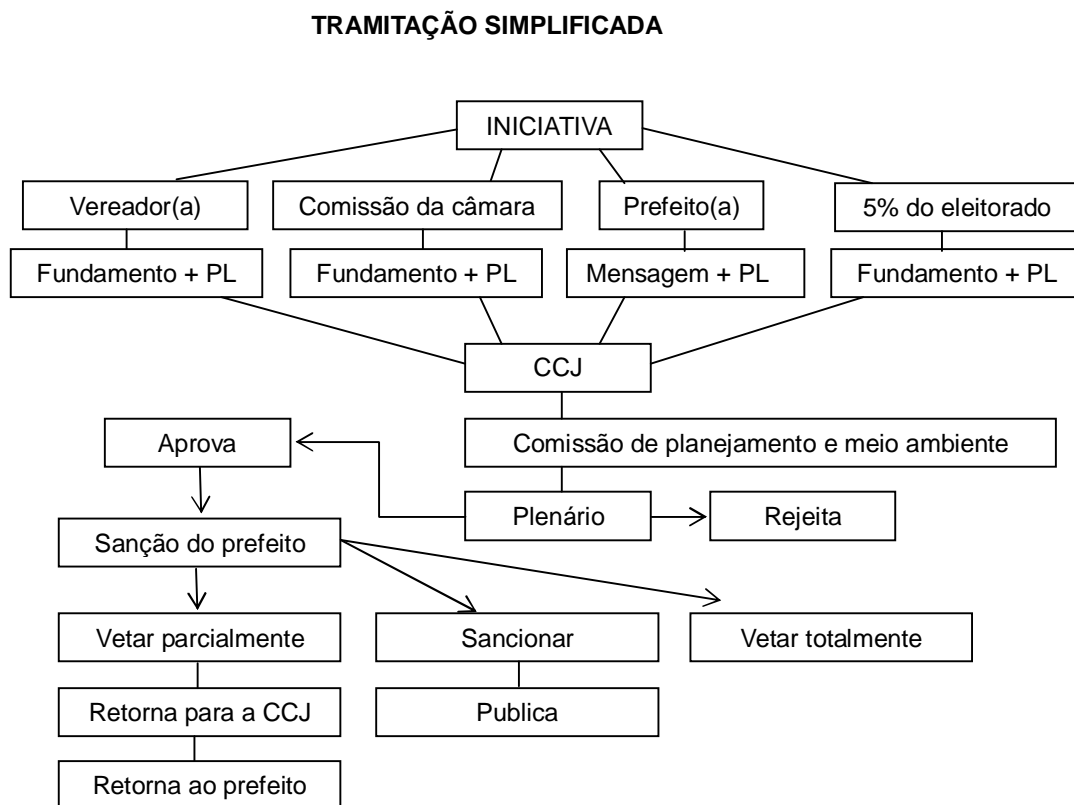
¹⁷⁷Art. 188. A iniciativa dos Projetos de Lei cabe a qualquer Vereador, Comissão da Câmara, cidadãos e ao Prefeito, sendo privativa deste a Proposta Orçamentária e aqueles que disponham sobre matéria financeira, criem cargos, funções ou empregos públicos, aumentem vencimentos ou importem em aumento da despesa ou diminuição da receita, ressalvada a competência da Câmara, no que concerne à organização de sua Secretaria e à fixação dos vencimentos dos seus servidores.

¹⁷⁸Art. 74. A elaboração do Plano Diretor, bem como sua revisão, atualização, complementação e ajustamento são da iniciativa e atribuição do Executivo, por intermédio de seus órgãos de planejamento, e dele deverá constar, como conteúdo básico: III - diretrizes relativas à estrutura urbana, uso e ocupação do solo, zoneamento, áreas de interesse social e especial infra-estrutura urbana, além das diretrizes sócio-econômicas, financeiras e administrativas (LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE SALVADOR).

que a LC exige um quórum qualificado¹⁷⁹, enquanto a LO um quórum simples. A LC serve para completar aquilo que uma norma base não pode, em razão, de sua generalidade, não pode ou não deve detalhar. A LO para os demais casos. Para inserir, portanto, o radônio na legislação municipal uma LO é suficiente.

Para que a regulamentação para o radônio, de fato se torne Lei seu percurso deverá ser o seguinte:

Quadro 43 - Organograma do processo legislativo municipal:



Fonte: Regimento Interno da Câmara Municipal de Salvador

O caminho que seguirá é plúrimo, mas se for trilhado exigirá a forma prescrita na LC 95/98. Essa tramitação, aqui resumida, é muito semelhante em todas as câmaras legislativas.

6.3 PROPOSTAS DE LEGISLAÇÃO

6.3.1 Para criar uma Portaria do MCTIC

Gabinete do Ministro

¹⁷⁹Art. 168. O Projeto de Lei Complementar será aprovado por voto favorável da maioria absoluta dos Vereadores componentes da Câmara (Regimento Interno da Câmara de Salvador).

Portaria Ministerial nº x de x de 2017.

O Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, no uso das atribuições que lhes são conferidas pelo artigo 87, parágrafo único e incisos I e II da CF/88,¹⁸⁰ e tendo em vista o disposto na Lei 6.189 de 16 de dezembro de 1974, art. 2º, II¹⁸¹, resolve:

Art. 1º. Determinar à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a constituição de uma comissão multidisciplinar, no prazo de 90 dias, formada por especialistas em suas respectivas áreas visando estudos para:

I - Criar metodologia para determinar os limites para o convívio salutar em ambientes de trabalho, estudo em relação a concentração de radônio;

II - Determinar os valores para atender ao inciso anterior considerando solos, materiais de construção, minerais ornamentais e todo e qualquer elemento da construção civil imobiliária;

III - Criar protocolos para a arquitetura e engenharia civil para que os imóveis e mobiliários urbanos novos se encontrem dentro dos padrões estabelecidos;

IV - Autorizar a expedição de Certificação por entidades do setor privado para atestar a conformidade para os valores que determinar.

Art. 2º. A comissão de especialistas terá um prazo de 01(um) ano a partir da sua criação para apresentar seus resultados.

Art. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

6.3.2 Para introduzir dispositivo na LOUS

Projeto de Lei nº xxx de 2017

Acrescenta ao Art. 111 da Lei 8.379/2011, que dispõe sobre a Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo do Município de Salvador e dá outras providências.

EXPOSIÇÃO DE MOTIVOS

¹⁸⁰Art. 87. Os Ministros de Estado serão escolhidos dentre brasileiros maiores de vinte e um anos e no exercício dos direitos políticos. Parágrafo único. Compete ao Ministro de Estado, além de outras atribuições estabelecidas nesta Constituição e na lei: I - exercer a orientação, coordenação e supervisão dos órgãos e entidades da administração federal na área de sua competência e referendar os atos e decretos assinados pelo Presidente da República; II - expedir instruções para a execução das leis, decretos e regulamentos; (CF/88).

¹⁸¹Art 2º Compete à CNEN: I - colaborar na formulação da Política Nacional de Energia Nuclear; II - baixar diretrizes específicas para radioproteção e segurança nuclear, atividade científico-tecnológica, industriais e demais aplicações nucleares;

Considerando a necessidade de garantir a salubridade das novas construções, atendendo aos comandos constitucionais da Carta Magna, da Lei Orgânica do Município, no que compete sua ação fiscalizatória e de licenciamento, e especialmente o que dispõe o seu artigo 7º:

Art. 7º Ao Município do Salvador compete: XXIII - estabelecer normas de edificação, loteamento, desmembramento, arruamento, saneamento urbano e planos urbanísticos específicos, bem como as limitações urbanísticas convenientes ao ordenamento e ocupação de seu território; XXIV - interditar edifícios, construções ou obras em ruína, em condições de insalubridade ou de insegurança e, diretamente, demolir, restaurar ou reparar quaisquer construções que ameacem a saúde ou a incolumidade da população.

Considerando o papel do Legislador no sentido de preservar a saúde da coletividade, muitas vezes expostas a protocolos que desconsideram pesquisa e estudos contemporâneos, propõe-se o acréscimo de um parágrafo ao art. 111 da Lei 8.379/2011, que dispõe sobre a Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo do Município de Salvador e dá outras providências, passando a exigir do interessado em construir novos empreendimentos imobiliários a certificação para o isótopo ²²²Rn no solo, nos materiais de construção e nos minerais ornamentais utilizados na construção segundo a metodologia adotada pelos órgãos competentes.

Art. 111. Elementos do Projeto a serem fornecidos pelo interessado, independente do tipo de empreendimento:

I - requerimento específico;

II - memorial descritivo contendo especificações e as soluções técnicas adotadas;

III - título de propriedade devidamente inscrito no Registro de Imóveis;

IV - cópia da Análise de Orientação Prévia - AOP, quando for o caso, conforme exigida nesta Lei;

V - prova de quitação da Anotação de Responsabilidade Técnica - ART do CREA ou do Registro de Responsabilidade Técnica de projeto e execução do CAU - Conselho de Arquitetura e Urbanismo;

VI - planta de localização do imóvel em 03 (três) vias;

VII - planta de situação em 03 (três) vias na escala de 1:200, contendo as seguintes informações:

a) limites do terreno com suas cotas exatas e posições de meios-fios; RN;

b) curva de nível a equidistância de 1,00m (um metro) e indicação das árvores porventura existentes no terreno;

c) orientação do terreno em relação ao norte verdadeiro;

d) delimitação da edificação, no terreno, devidamente cotada;

e) indicação da existência ou não de edificações vizinhas e respectivos números de porta, quando for o caso;

f) coeficiente de Aproveitamento - Ca;

g) índice de ocupação - Io;

h) índice permeabilidade do terreno - Ip;

i) área construída total e por pavimento;

j) área ocupada, área do terreno e área permeável;

k) área construída para efeito de cálculo do coeficiente de aproveitamento;

l) número de unidades imobiliárias especificadas por grupo de uso;

m) gabarito de altura da edificação.

VIII - planta baixa dos diversos pavimentos, em 02 (duas) vias, na escala 1:50;

IX - seções ou cortes longitudinais e transversais, em 02 (duas) vias, na escala de 1:50, com indicação obrigatória do perfil do terreno, do meio-fio e quando exigido, da referência de nível - RN;

X - planta de elevação de fachada.

§ 1º O uso residencial unidomiciliar deverá ter documentação simplificada nos termos do Código de Obras.

§ 2º A expedição do alvará de licença de execução estará condicionada á apresentação de prova de quitação dos tributos municipais relativos ao imóvel.

DO PROJETO DE LEI EM SI

Art. 1º. O art. 111 da Lei 8.379/2011 passa a vigorar acrescido de:

§ 3º Apresentação de Certificação para radônio-222 composta por laudo e metodologia expedida por órgão competente ou por delegatário atestando que solo, materiais de construção e minerais ornamentais encontram-se dentro dos limites de aceitabilidade determinados pela CNEN.

Art. 2º. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Vereador X

Cidade X, xx de xx de 2017.

XXXXXXXXXXXXXXXXX

PREFEITURA MUNICIPAL

Lei nº xxxx de xx de xx de 2017

Projeto de Lei xxx de 2017

Autor: Vereador

Acrescenta ao art. 111 da Lei 8.379/2011 o parágrafo 3º.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE X,

Faço saber que a Câmara Municipal de X decreta e eu sanciono a seguinte Lei.

Art. 1º. O art. 111 da Lei 8.379/2011 passa a vigorar acrescido de:

§ 3º Apresentação de Certificação para ²²²Rn composta por laudo e metodologia expedida por órgão competente ou por delegatário atestando que solo, materiais de construção e minerais ornamentais encontram-se dentro dos limites de aceitabilidade determinados pela CNEN.

Art. 2º. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Prefeito de X

6.3.3 Para introduzir dispositivo no Código de Obras

Projeto de Lei nº xxxx de 2017

Acrescenta o art. 78-A à Lei 3.903/1988, Código de Obras.

EXPOSIÇÃO DE MOTIVOS

Considerando a necessidade de garantir a salubridade das novas construções, atendendo aos comandos constitucionais da Carta Magna, da Lei Orgânica do Município, da Lei de Uso e Ocupação do Solo, e especialmente os princípios discriminados no art. 1º, que alicerçam o próprio Código de Obras do Município de Salvador.

Art. 1º - Esta Lei norteará a execução de toda e qualquer obra no Município de Salvador, em consonância com a Legislação de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo e tem como princípios gerais:

- I - privilegiar o indivíduo, a quem se destina a edificação, assegurando o seu uso de forma condizente com a dignidade humana;
- II - observar as peculiaridades do sítio urbano, visando a preservação dos aspectos ecológicos, geotécnicos e de imagem ambiental;
- III - priorizar o interesse coletivo sobre o individual;
- IV - compatibilizar as disposições desta Lei, com a Legislação Federal e Estadual, Normas Técnicas e Especificações das concessionárias de serviços públicos;
- V - assegurar as condições de higiene, conforto ambiental e segurança, através do emprego de materiais e técnicas adequados, e do correto dimensionamento dos espaços;
- VI - incorporar as novas conquistas tecnológicas e avanços sociais, visando a constante atualização da Lei.

Considerando estes princípios norteadores como ponto de partida para ação da administração pública que visa o bem estar coletivo é que se propõe o presente Projeto de Lei.

DO PROJETO DE LEI EM SI

Art.1º. A Lei 3903/1988, Código de Obras, passa a vigorar acrescido de:

Art. 78-A. Todos os imóveis novos, qualquer que seja seu uso, devem ser dotados, segundo metodologia determinada pelos órgãos competentes, de sistema arquitetônico que evite a concentração de radônio em níveis acima daqueles previstos com aceitáveis.

Art. 2º. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Vereador

Cidade X, xx de xx de 2017.

XXXXXXXXXXXX

PREFEITURA MUNICIPAL

Lei nº xxxx de xx de xx de 2017

Projeto de Lei xxxx de 2017

Autor: Vereador

Acrescenta o art. 78-A à Lei 3.903/1988, Código de Obras.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE X,

Faço saber que a Câmara Municipal de X decreta e eu sanciono a seguinte Lei.

Art.1º. A Lei 3903/1988, Código de Obras, passa a vigorar acrescido de:

Art. 78-A. Todos os imóveis novos, qualquer que seja seu uso, devem ser dotados, segundo metodologia determinada pelos órgãos competentes, de sistema arquitetônico que evite a concentração de radônio em níveis acima daqueles previstos com aceitáveis.

Art. 2º. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

PREFEITURA MUNICIPAL DE X, xx de dezembro de 2017

Prefeito de X

6.3.4 Para criar Portaria junto à ANVISA

Gabinete do Ministro

Portaria Ministerial n° xx de x de 2017.

O Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhes são conferidas pelo artigo 87, parágrafo único e incisos I e II, e tendo em vista o disposto na Lei n° 9.782, art. 7º, I, II, III, IV, IX, XV, XVI¹⁸², e

Considerando que o radônio, elemento natural, é causa associada à neoplasia de pulmão;

Considerando que pesquisas científicas estrangeiras e nacionais, já indicam de forma clara a associação direta entre exposição doméstica e neoplasia;

Considerando as competências desta Agência;

Considerando a saúde como um bem público, resolve:

Art. 1º. Determina à ANVISA que desenvolva estudos de natureza epidemiológica considerando a potencialidade carcinogênica do radônio;

Art. 2º. Determinar à ANVISA que estabeleça um Comitê fiscalizatório estabelecendo medidas administrativas para o descumprimento das normas públicas, naquilo que se referir ao radônio, tomando por base as orientações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Art. 3º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Ministro de Estado da Saúde

¹⁸²Art. 7º Compete à Agência proceder à implementação e à execução do disposto nos incisos II a VII do art. 2º desta Lei, devendo: I - coordenar o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária; II - fomentar e realizar estudos e pesquisas no âmbito de suas atribuições; III - estabelecer normas, propor, acompanhar e executar as políticas, as diretrizes e as ações de vigilância sanitária; IV - estabelecer normas e padrões sobre limites de contaminantes, resíduos tóxicos, desinfetantes, metais pesados e outros que envolvam risco à saúde; IX - conceder registros de produtos, segundo as normas de sua área de atuação; XV - proibir a fabricação, a importação, o armazenamento, a distribuição e a comercialização de produtos e insumos, em caso de violação da legislação pertinente ou de risco iminente à saúde; XVI - cancelar a autorização de funcionamento e a autorização especial de funcionamento de empresas, em caso de violação da legislação pertinente ou de risco iminente à saúde;

REFERÊNCIAS

ABREU, Frederico do Valle. **Conceito jurídico indeterminado, interpretação da lei, processo e suposto poder discricionário do magistrado**. Revista Jus Navigandi, Teresina, ano 10, n. 674, 10 maio 2005. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/6674>>. Acesso em: 8 dez. 2016.

AFONSO, J.C. **Química Nova na Escola**. Vol. 32, N° 4, NOVEMBRO 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc32_4/09-EQ10909.pdf>. Acesso em 09 mar. 2016.

AIEA – Agência Internacional de Energia Atômica. Disponível em :<http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_171678.pdf>. Acesso em 27 abr. 2017.

ALBUQUERQUE, José de Lima (Org.). **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 2009.

ALEMANHA. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. **BfS - Bundesamt für Strahlenschutz**. Disponível em: <<http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/schutz/schutz.html>>. Acesso em 01 dez. 2016.

AMARAL, Paulo Giovany Quadros. **Caracterização radiométrica e de exalação de radônio em rochas ornamentais silicáticas beneficiadas no Estado do Espírito Santo**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2011. Disponível em:<<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/92886>>. Acesso em 03 jan. 2017.

ANCAYA, Bertin Andres Perez. **Fluctuaciones en la presencia de Radon 222 ambiental en la ciudad de Lima (Zona San Miguel)**. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2016. Disponível em:<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/7102/PEREZ_BERTIN_RADON_222_LIMA_SAN_MIGUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 09 jan. 2017.

ANJOS, José Ângelo S. A dos. **Poluição por chumbo em Santo Amaro da Purificação**. Sobre Santo Amaro. 2012. Disponível em:<http://jangello.unifacs.br/stoamaro/poluicao_stoamaro.htm>. Acesso em: 02 abr. 2017.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria SVN 453**, de 1 de junho de 1998. Disponível em:<http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria_453.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2017.

ARAKAKI, Allan Thiago Barbosa. **A limitação da responsabilidade estatal pelo princípio da reserva do possível**. Disponível em: <[234](http://www.ambito-</p></div><div data-bbox=)

juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=12762>. Acesso em: 07 dez 2016.

ARISTÓTELES. **Os Económicos**. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 2004. Disponível em: <<http://www.obrasdearistoteles.net/files/volumes/0000000025.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2017.

ATKINS, P.W. ; JONES, L. ; CARACELLI, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ATSDR – *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. **Radon ToxFAQs**. 2012. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts145.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

AZEVEDO, Leilane Rufina Pereira de. **Emanação de radônio em rochas ornamentais e para revestimento do Estado do Ceará, Brasil**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2013. Disponível em: < <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/102975>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

BAHIA. Constituição do Estado da Bahia. Disponível em: <<http://www.legislabahia.ba.gov.br/verdoc.php?id=73273>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARROSO, Luís Roberto. **O direito constitucional e a efetividade de suas normas: limites e possibilidades da constituição brasileira**. 9 ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2009.

BERNÁRDEZ, Margarita Castro. **Exposición a radón residencial y cáncer de pulmón: un estudio de casos y controles en el área sanitaria de Ourense**. Santiago de Compostela, 2015. Universidade de Santiago de Compostela. Disponível em: <https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/13374/rep_848.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2017.

BRAGA; Benedito; et al.. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Pearson, 2014.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.657**, de 04 de setembro de 1942. Lei de Introdução às normas do Direito Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del4657.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. **C.L.T. Decreto-Lei 5.452**, de 1º de maio de 1943. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm>. Acesso em 23 maio 2015.

_____. **Decreto 5.063**, de 03 de maio de 2004. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Ministério do Trabalho e Emprego, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5063.htm>. Acesso em 09 mar. 2016.

_____. **Lei Complementar 75**, de 20 de maio de 1993. Dispõe sobre a organização, as atribuições e o estatuto do Ministério Público da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp75.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. **Lei 4.717**, de 29 de junho de 1965. Regula a ação popular. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4717.htm>. Acesso em: 09 mar. 2016.

_____. **Lei 5.194/66**. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm>. Acesso em 23 ago. 2016.

_____. **Lei 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 07 dez. 2016.

_____. **Lei 7.347**, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7347orig.htm>. Acesso em: 12 nov. 2016.

_____. **Lei 8.038**, de 28 de maio de 1990. Institui normas procedimentais para os processos que especifica, perante o Superior Tribunal de Justiça e o Supremo Tribunal Federal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8038.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. **Lei 8.078**, de 11 de setembro de 1990. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm>. Acesso em 17 nov. 2016.

_____. **Lei 8.080**, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm>. Acesso em: 25 mar. 2017.

_____. **Lei 9.782**, de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9782.htm>. Acesso em: 08 dez. 2016.

_____. **Código Civil. Lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 26 nov. 2016.

_____. **Lei 12.016**, de 07 de agosto de 2009. Disciplina o mandado de segurança individual e coletivo e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2009/lei/l12016.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. **Lei 12.646**, de 16 de maio de 2012. Institui o Dia Nacional de Luta dos Acidentados por Fontes Radioativas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12646.htm>. Acesso em 12 maio 2015.

_____. **Constituição Federal de 1988.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em 15 maio 2015.

_____. **Decreto nº 23.569/33.** Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23569.htm>. Acesso em 23 ago. 2016.

_____. **Decreto 8.065**, de 07 de agosto de 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2013/Decreto/D8065.htm>. Acesso em 16 ago. 2016.

_____. **Decreto 40.110**, de 10 de outubro de 1956. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D40110.htm>. Acesso em 10 jan. 2017.

_____. **Decreto 62.151**, de 19 de janeiro de 1968. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D62151.htm>. Acesso em: 18 jan. 2017.

_____. **Estatuto da Cidade.** Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 14 fev. 2017.

_____. **Lei Complementar nº 95/98.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp95.htm> Acesso em 25 ago. 2016.

_____. **Regimento Interno da Câmara dos Deputados.** Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/regimento-interno-da-camara-dos-deputados/RICD%20atualizado%20ate%20RCD%2017-2016.pdf>>. Acesso em 28 ago. 2016.

_____. **Código de Processo Civil**. Lei 5869, de 11 de janeiro de 1973. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5869.htm>. Acesso em: 11 fev. 2017.

_____. **Código de Processo Civil**. Lei 13.105, de 16 de março de 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/lei/l13105.htm>. Acesso em: 11 fev. 2017.

_____. **Lei 11.105**, de 24 de março de 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. **Resolução 03/1990**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. **Resolução 05/1989**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res89/res0589.html>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

BRITO, A. S., DE. **Medição de Concentrações de Radônio em Ambientes da Região Metropolitana de Salvador, Ba**. 2013. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.ufba.br/site/db/dissertacoes/1872013093511.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

CAMPOS, F.C.; PETTA, R.A. **O gás radônio e suas implicações para a saúde pública**. Revista de Geologia, Vol. 26, no 2, 7 - 18, 2013. Disponível em: <www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14895/1/art_rapetta_2013.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

CAMPOS, Gastão Wagner de Souza; MINAYO, Maria Celília de Souza; AKERMAN, Marco. et al. (Orgs.). **Tratado de saúde coletiva**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Fiocruz, 2006.

CORRÊA, Janine Nicolosi. **Avaliação dos níveis de concentração de radônio em ambientes e águas de poços no Estado do Paraná**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. Tese de Doutorado. Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1297>>. Acesso em: 31 dez. 2016.

Condensed Chemical Dictionary, and Handbook of Chemistry and Physics. 69th ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 1988.

BUFFON, Sérgio Alfredo. **Integração de dados geofísicos e geológicos na avaliação ambiental e epidemiológica de radiações naturais (radônio) no escudo sul-riograndense (RS- Brasil)**. UFRGS (Escola de Engenharia). 173p. Porto Alegre. 2002. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1979?locale=pt_BR>. Acesso em: 31 dez. 2016.

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. **Norma CNEN-NN-3.01**. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>>. Acesso: 06 jan. 2017.

_____ - Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Posição Regulatória 3.01/001:2011**. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_01.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2017.

_____ - Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Posição Regulatória 3.01/011:2011**. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_11.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2017.

_____ - Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Lei nº. 6.189 de 16 de dezembro de 1974**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6189.htm>. Acesso em 16 jan. 2017.

COLGAN, P. A; MCGARRY, A.T. **Radon Monitoring and Control of Radon Exposure**. Disponível em: <<http://www.irpa.net/index.asp>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Código de Ética**. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/codigo_etica_sistemaconfea_8edicao_2015.pdf>. Acesso em 23 ago. 2016.

_____ - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Regimento**. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/Regimento_confea.pdf>. Acesso em 23 ago. 2016.

COSTA, Ediná Alves. **Vigilância sanitária: proteção e defesa da saúde**. 2ª ed. São Paulo: SOBRAVIME, 2004.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Mapa Geodiversidade da Bahia**. S/D. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_bahia.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2017.

CRETELLA JÚNIOR, José. **Dos atos administrativos especiais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1995.

CRISTÓVAM, José Sérgio da Silva. **Considerações acerca do controle jurisdicional do mérito administrativo**. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7575>. Acesso em: 07 dez. 2016.

DEL CLARO, Flávia. **Avaliação da concentração de radônio-222 no ar de postos de trabalho de Curitiba/PR**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial.

Curitiba, 2013. Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/523>>. Acesso em: 06 jan. 2017.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DICK, W.; JONASSON, I. R. **Book radon**. Handbook of Exploration Geochemistry. V. 7. Elsevier Science. 2000.

DIDDIER JR. Fredie. **Será o fim da categoria “condição da ação”? Um elogio ao projeto do novo CPC**. Disponível em: < <http://www.frediedidier.com.br/wp-content/uploads/2012/06/Condi%C3%A7%C3%B5es-da-a%C3%A7%C3%A3o-e-o-projeto-de-novo-CPC.pdf>>. Acesso em 11 fev. 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária. **Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Cruz das Almas**. Embrapa/Sudene. Embrapa Solos: UEP Recife, 1973. Disponível em:< <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ba>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

E.P.A. - Environmental Protection Agency. **A citizen's guide to radon: The guide to protecting yourself and your family from radon**. Washington - DC. Disponível em: < http://www.epa.gov/radon/pdfs/citizensguide_sp.pdf > Acesso em: 02 maio de 2015.

_____. Environmental Protection Agency. **Home Buyer's and Seller's Guide to Radon**. Disponível em:< <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/hmbuygud.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

_____. Environmental Protection Agency. **Frequent questions**. Disponível em: < <https://iaq.zendesk.com/hc/en-us/articles/211432748-What-is-Radon->>. s/d. Acesso em: 14 abr. 2017.

ESPAÑA. **Código Civil. Real Decreto de 24 de julio de 1889**. Disponível em <<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1889-4763>> Acesso em 12 ago. 2016.

_____. **Ley de Ordenación de la Edificación**. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Disponível em: <<http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-21567>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

_____. **Real Decreto 783/2001**. Disponível em : <<http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-14555>> Acesso em 11 ago. 2016.

E.U.A. - Estados Unidos da América . **Constitution of the United States**. Disponível em :< http://www.senate.gov/civics/constitution_item/constitution.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.

E.U.A. - Estados Unidos da América. **United States Code**. Disponível <uscode.house.gov>. Acesso em: 02 maio 2015.

EURATOM - Comunidade Europeia de Energia Atômica - European Union Law. **DIRETIVA 90/143**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:31990H0143&from=ES>>. Acesso em 11 ago. 2016.

_____. Comunidade Europeia de Energia Atômica - European Union Law. **DIRETIVA 2013/59**. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32013L0059>>. Acesso em: 01 maio 2017.

_____. Comunidade Europeia de Energia Atômica - European Union Law. **DIRETIVA 90/641**. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:31990L0641&from=EN>> Acesso em 01 maio 2017.

FERRER, Gabriel Real. **El radón: Tratamiento Jurídico de un Enemigo Invisible**. Alicante: Club Universitario, 2003.

FIOR, L. **Análise da concentração de radônio provenientes dos materiais de construção**. 2008. 131f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2008. Disponível em:< http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgem/banco-teses/dissertacoes/copy_of_FIORLoriane.pdf/at_download/file>. Acesso em: 22 dez. 2015.

FIUZA, César. **Direito civil**: curso completo. 13 ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2009.

GOMIDE, T.L.F.; FAGUNDES NETO, J.C.P.; GULLO, M.A. **Normas Técnicas para a Engenharia Diagnóstica em Edificações**. São Paulo: PINI, 2009.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da; (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

HALL, E.J.; GIACCIA, A.J. **Radiobiology for the Radiologist**. 6 ed. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

HANCCO, Jhonny Jonnatan Rojas. **Monitoreo de Radon 222 en la zona sur de Lima**. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2016. Disponível em :< <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7441>>. Acesso em 09 jan. 2017.

HOLTZAPPLE, Mark Thomas; REECE, W. Dan. **Introdução à engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

IARC – International Agency for Research on Cancer. **Man - Made Mineral Fibres and Radon**. Iarc Monographs Evaluation of the Carcinogenic Risks for Humans. Vol. 43. Lyon, France, 1988. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol43/mono43.pdf>>. Acesso em 24 jan. 2017.

IARC - International Agency for Research on Cancer. **Ionizing Radiation**. Parte 2: Some internally Deposited radionuclides. Iarc Monographs Evaluation of the Carcinogenic Risks for Humans. Vol. 78. Lyon, France, 2001. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol78/mono78.pdf>>. Acesso em 24 jan. 2017.

IARC - International Agency for Research on Cancer. **Radiation: a review of human carcinogenics**. Iarc Monographs Evaluation of the Carcinogenic Risks for Humans. Vol. 100D. Lyon, France, 2012. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100D/mono100D.pdf>> . Acesso em 24 jan. 2017.

IARC - International Agency for Research on Cancer . **Agents Classified by the IARC Monographs**. Volumes 1–117. Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/List_of_Classifications.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Clima do Brasil**. 2002. Disponível em:<ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013**: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91110.pdf>>. Acesso em 16 ago. 2016.

ICRP - International Commission of Radiological Protection. **Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. Annals of the ICRP**. ICRP Publication 119. Volume 41. Supplement 1. 2012. Disponível em:<[http://www.icrp.org/docs/P%20119%20JAICRP%2041\(s\)%20Compendium%20of%20Dose%20Coefficients%20based%20on%20ICRP%20Publication%2060.pdf](http://www.icrp.org/docs/P%20119%20JAICRP%2041(s)%20Compendium%20of%20Dose%20Coefficients%20based%20on%20ICRP%20Publication%2060.pdf)>. Acesso em 25 mar. 2017.

_____. International Commission of Radiological Protection. **Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica**. Traducción oficial al español de la Publicación ICRP nº 103. Sociedad Española de Protección Radiológica. Madrid, 2008.

_____. International Commission of Radiological Protection. **Protection against Radon-222 at Home and at Work**. Annals of ICRP publication 65, 23. 1993.

INCA – Instituto Nacional do Câncer. **Atlas On-Line de Mortalidade**. 2010-2014. Disponível em: <
<https://mortalidade.inca.gov.br/MortalidadeWeb/pages/Modelo06/consultar.xhtml#panelResultado>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. **Tabela Periódica dos Elementos**. 2006. Disponível em:< <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

KABAT, Geoffrey C. **Riscos ambientais à saúde: mitos e verdades**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

KNUST, Renata Erthal. **Estimativa dos custos diretos da assistência oncológica do câncer de pulmão não pequenas células avançado em um hospital público de referência**. FIOCRUZ - Escola nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <
bvssp.icict.fiocruz.br/lildbi/docsonline/get.php?id=4281>. Acesso em: 16 ago. 2016.

KOTZ, J.C. ; TREICHEL, P.M.; WEAVER, Gabriela C. **Química Geral e Reações Químicas**. Vol 1. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LARA, Evelise Gomes. **Radônio nos gases do solo: distribuições e correlações com litologia e pedologias da RMBH - Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Nuclear Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares. Belo Horizonte, 2013. 140p. Disponível em: <
<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-9E5EXU>>. Acesso em: 01 jan. 2017.

LENZA, Pedro. **Direito constitucional esquematizado**. 13 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

LISBOA, Roberto Senise. **Manual de direito civil: obrigações e responsabilidade civil**. vol. 2. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MANAHAN, Stanley E. **Química ambiental**. 9 ed. Tradução Félix Nonnenmacher. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MANCUSO, Rodolfo de Camargo. **Interesses difusos: conceito e legitimação para agir**. 2 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1991.

MILLER JR. G. Tyler. **Ciência ambiental**. 11 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; MIRANDA, Ary Carvalho de (Orgs.). **Saúde e ambiente sustentável: estreitando nós**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

MITCHELL, Richard N.; KUMAR, Vinay; ABBAS, Abul k. et al.. **Robbins e Cotran-Fundamentos de patologia**: bases patológicas das doenças. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

MONTENEGRO, Gildo A. **Ventilação e cobertas**: estudo teórico, histórico e descontraído. A arquitetura tropical na prática. São Paulo: Blucher, 2010.

MORAES, Alexandre de. **Direito constitucional**. 24 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06**. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

_____.Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09**. Disponível em:< <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

_____.Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15**. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15ANEXO5.pdf>>. Acesso em 18 jan. 2017.

NARLOCH, Danielle Cristine. **Medidas de concentração de radônio provenientes de argamassas de cimento Portland, gesso e fosfogesso**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. Curitiba, 2015. Disponível em:< http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1711/1/CT_CPGEI_M_Narloch,%20Danielle%20Cristine_2015.pdf>. Acesso em 04 jan. 2017.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de ecologia**. 7 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OKUNO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia. **Scientific Electronic Library Online**, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a14.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

OLIVEIRA, João Bertoldo. **Pedologia aplicada**. 2ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2005.

OIT – Organização Internacional do Trabalho. Convenção nº 115. Disponível em: <http://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_235327/lang--pt/index.htm>. Acesso em: 18 jan. 2017.

OMS – Organização Mundial de Saúde. Centro de prensa. **El radón y sus efectos en la salud**. Nota descriptiva Nº 291. Junho de 2016. Disponível em: < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/es/>>. Acesso em 27 abr. 2017.

_____. Organização Mundial de Saúde. **Manual de la OMS sobre el radón en interiores**: Una perspectiva de salud pública. Organización Mundial de la Salud.

2015. Disponível em: <
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/161913/1/9789243547671_spa.pdf?ua=1&ua=1>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. Organização Mundial de Saúde. **El radón y sus efectos en la salud**. Nota descritiva Nº 291. Disponível em <
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/es/>>. Acesso em 02 set. 2016.

_____. Organização Mundial de Saúde. **CID-10**. Disponível em:
<<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en>>. Acesso em: 06 dez. 2016.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Rio Declaration on Environment and Development**. Disponível em:<
<http://new.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=78&articleid=1163>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

OZIMA, M.; PODOSEK, F.A . **Noble Gas Geochemistry**. 2ª Ed. Cambridge: Univ. Press, 2002.

PAPINI, Solange. **Vigilância em saúde ambiental: uma nova área da ecologia**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2012.

PEREIRA, Eliana Martins. **Estudo do comportamento à expansão de materiais sedimentares da Formação Guabirotuba em ensaios com sucção controlada**. USP. São Carlos, 2004. Disponível em:<
www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-09052006-144706/publico/tese.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2017.

PHILIPPI JR, Arlindo (editor). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Barueri, 2005.

PINTO, Paulo Norte; PEREIRA, Alcides; NEVES, Luís. **O gás radão no contexto da legislação sobre a qualidade do ar interior em edifícios: situação em Portugal**. Imprensa da Universidade de Coimbra; Laboratório de Radioatividade Natural da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2010. Disponível em:<
<https://digitalis-dsp.uc.pt/bitstream/10316.2/36312/1/O%20gas%20radao%20no%20contexto%20da%20legislacao.pdf?ln=pt-pt>>. Acesso em 08 jan. 2017.

PONTANEL, Hugues Gounelle de; GIUDICELLI, Claude - Pierre. **Proteção da saúde: higiene e meio ambiente**. 14 ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1993.

PORTH, Carol Mattson, MATFIN, Glenn. **Fisiopatologia**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

PROCTOR, Robert Neel. **Cancer Wars: how politics shapes what we know and don't know about cancer**. Nova York: Basic Books, 1995.

PORTUGAL. **Constituição da República Portuguesa**. 25 de abril de 1974.
Disponível em: <
<http://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/ConstituicaoRepublicaPortuguesa.aspx>
>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. **Decreto-Lei 78**, de 4 de abril de 2006. Diário da República - I, série-A, nº 67, pp. 2411-2415. Disponível em: <
<http://www.adene.pt/sites/default/files/24112415.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. **Decreto-Lei 79**, de 4 de abril de 2006. Diário da República - I, série-A, nº 67, pp. 2416-2468. Disponível em: <
<http://www.adene.pt/sites/default/files/24162468.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. **Decreto-Lei 118**, de 20 de outubro de 2013. Diário da República, 1.^a série, n.º 159, pp. 4988-5005. Disponível em:<
<https://dre.pt/application/dir/pdf1s/2013/08/15900/0498805005.pdf>>. Acesso em: 22 no. 2016.

_____. Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social. **Portaria 353-A**, de 04 de dezembro de 2013. Diário da República, 1.^a série, n.º 235, de dezembro de 2013. Disponível em: < <https://www.academiaadene.pt/download/pt/portaria-n-353-a2013-recs-ventilacao-e-gai.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. Agência Portuguesa do Ambiente. Direção Geral de Saúde. Inspeção- Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. **Metodologia de avaliação da qualidade do ar interior em edifícios de comércio e serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013**. Versão QAI_1.0. Fev/2015. Disponível em: <https://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ar%20Interior/Metodologia_Avaliacao_Qualidade_Ar_Interior_1.0.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2016.

RADOSYS USER MANUAL. Versão RS_82. 2003. Disponível em: <<http://fgmambiente.it/wp-content/uploads/2014/03/Manuale-Radosys-RSV10.pdf>> Acesso em 10 jun. 2016.

RUBIN, Emanuel; GORSTEIN, Fred. et al.(Edits). **Rubin patologia: bases clinicopatológicas da medicina**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

RUSSELL J. B. **Química Geral**. Vol 2. São Paulo: Pearson Makron Books, 2009.

SALVADOR. **Lei 3.903/1988**. Disponível em: < http://www.sucom.ba.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/lei3903_1988.pdf>. Consulta em: 12 ago. 2016.

_____. **Resolução nº 910/1991**. Regimento interno da Câmara Municipal. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/regimento-interno-salvador-ba>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

_____. **Lei Orgânica**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/lei-organica-salvador-ba>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

SANTOS, C.E.L. **Determinação dos Processos de Enriquecimento e das Concentrações de Radônio em Minas Subterrâneas de Fluorita e Carvão do Estado de Santa Catarina: Critérios para Avaliação dos Riscos Radiológicos**.

2008. 137f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

Disponível em: <

http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/085/45085991.pdf>

Acesso em 22 dez. 2015.

SANTOS, T. O. **Distribuição da concentração de radônio em residência e outras construções da região metropolitana de Belo Horizonte**. 2010. 146f.

Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em:<

<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MBAM-84RMXQ>>. Acesso

em 15 jun. 2016.

SANTOS, Washington dos. **Dicionário Jurídico Brasileiro**. Belo Horizonte: Del Rey, 2001. Disponível em: <<http://www.ceap.br/artigos/ART12082010105651.pdf>>.

Acesso em: 01 fev. 2017.

SARLET, Ingo Wolfgang. **A Eficácia dos Direitos Fundamentais**. 9 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2007.

SBBN - SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOCÊNCIAS NUCLEARES. Disponível em: <<http://www2.sbpr.org.br/index.php>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

SBPR - Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica. Disponível em:<

<http://www2.sbpr.org.br/index.php>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

SCHMID, K.; KUWERT, T.; DREXLER, Hans. *Radon in indoor spaces: an underestimated risk factor for lung cancer in the environmental medicine*. **Deutsches Arzteblatt International**, v. 107, n.

11, p. 181-186, 2010. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2853156/>>. Acesso em 13 dez.

2016.

SILVA, José Afonso da. **Curso de direito constitucional positivo**. 32 ed. São Paulo: Malheiros, 2009.

SEVERO, E.M.F.; FILHO, A.C.C. Em Discussão: o Impacto do Radônio nas Construções. **Cadernos do VI Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**. 2013.<Disponível em

http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2011/2011_artigo_065.pdf>.

Acesso em: 23 maio 2014.

SPIRO, Thomas G; STIGLIANI, William M. **Química ambiental**. 2 ed. Trad. Sonia Midoro Yamamoto. São Paulo: Pearson, 2011.

SUÍÇA. **Ordonnance sur la radioprotection**. Disponível em :
<<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19940157/201401010000/814.501.pdf>> Acesso em: 11 ago. 2016.

TEIXEIRA, Pedro; VALLE, Silvio (org). **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010.

VENOSA, Sílvio de Salvo. **Direito civil: responsabilidade civil**. Vol. 4. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. **Resolution 913 (X)**, de 3 de dezembro de 1955. Disponível em:
<[http://www.unscear.org/unscear/en/general_assembly.html#Resolution%20913%20\(X\)](http://www.unscear.org/unscear/en/general_assembly.html#Resolution%20913%20(X))>. Acesso em: 18 mar. 2017.

_____.United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. **Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation**. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. UNSCEAR, 2012. United Nations, New York: 2015. Disponível em:
<http://www.unscear.org/docs/publications/2012/UNSCEAR_2012_Annex-A.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

ZANCHI, Marco Túlio, ZUGNO, Paulo Luiz. **Sociologia da saúde**. 3ª ed. Rio Grande do Sul: Educs, 2012.