J6 — FORMAÇÁO DE PESSOAL E ESTUDOS RADIOECOLÓGICOS PARA O PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO

PASCHOA, Anselmo Salles — Departamento de Física — PUC/Rio de Janeiro

A importância de considerações de ordem ecológica desde o início de um programa nuclear para a produção de energia elétrica é comentada. As motivações que levaram a Radioecologia vir a ser reconhecida como parte de um campo científico interdisciplinar são discutidas de modo sucinto. As recomendações do relatório B.E.I.R. (1972) são examinadas no que dizem respeito à sua influência em estudos radioecológicos. As questões a serem levantadas e, tanto quanto possível, respondidas por estudos radioecológicos são arroladas para efeito de discussão. As recomendações da Agência de Proteção ao Meio-Ambiente dos Estados Unidos (E.P.A., 1972) para estudos radioecológicos nas fases pré-operacional e operacional de usinas nucleares são parafraseadas a título de ilustração, para a discussão sobre a necessidade de formação de pessoal adequado para um programa radioecológico brasileiro. Um currículo é apresentado como base de discussão sobre a formação de equipe (s) interdisciplinar (es) para a realização de estudos radioecológicos associados ao programa nuclear brasileiro. O mecanismo de composição da (s)equipe(s) para estudos radioecológicos no Brasil é abordado, tendo em vista a importância da credibilidade do trabalho junto à comunidade científica brasileira e à opinião pública em geral.

REFERÊNCIAS

B.E.I.R - 1972 - *"The effects on Populations of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation"*. Report of the Advisory Comunittee on the Biological Effects of Ionizing Radiations, National Academy of

Sciences - National Research Council, 1 - 217.

E.P.A. - 1972- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Radiation Programs, *"Environmental Radioactivity Surveillance Guide"*, Report Report ORP/SID 72-2, June 1972.

Considerações de ordem ecológica são importantes desde a fase inicial de planejamento de qualquer programa para a produção de energia. Em particular, especialistas em Ecologia deveriam ser convocados para assessorar tecnicamente outros cientistas, engenheiros, legisladores e autoridades responsáveis pelo planejamento e implantação de um programa nuclear para a produção de energia elétrica, bem como para esclarecer o público em geral. No Brasil, entre outros obstáculos para a consulta prévia a especialistas em Ecologia, arrola-se a dificuldade de serem encontradas pessoas com formação adequada e conhecimentos de Ecologia que sejam relevantes para um programa nuclear e, que estejam disponíveis para consulta.

Este trabalho tem como objetivo principal delinear alguns aspectos a serem considerados na formação de especialistas em Radioecologia* que possam contribuir a curto e longo prazo para a implementação do programa nuclear brasileiro, no que diz respeito à proteção ao meio-ambiente. Para que a tarefa de formar especialistas em Radioecologia no Brasil tenha sentido, é necessário que aceitemos o fato de que é nossa a responsabilidade de proteger o meio-ambiente nas cercanias de instalações nucleares existentes, ou por existir. Tal responsabilidade não pode ser delegada a estrangeiros, porque a motivação natural paraa preservação do meio-ambiente é, obviamente de quem está obrigado a nele viver de modo permanente e dele depender para a própria sobrevivência.

---

*O termo *Radioecologia* passou a ser usado quase simultaneamente, em 1956, nos Estados Unidos e na União Soviética - (Krumholz, 1956), (Peredl'skiy, 1962), para denotar estudos referentes a atmosfera, água, fauna e flora contaminadas com substâncias radioativas originadas em operaçoes industriais e militares.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RADIOECOLOGIA

Partindo de estudos acumulados até a década de 60, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica, I.C.R.P., recomendou limites máximos, ocupacionais e não-ocupacionais, para a concentração de radionuclídeos naturais e artificiais permissíveis na água e no ar (I.C.R.P., 1959, 1966a, 1966b). As recomendações do I.C.R.P. correspondiam ao consenso alcançado por um grupo internacional de cientistas, tendo como base a aceitação das relações desses versus resposta apresentadas nos relatórios científicos das Nações Unidas (U.N.S.C.E.A.R.,1958, 1962, 1964, 1966). As razões históricas que inspiraram as recomendações da I.C.R.P. podem ser revistas em Morgan (1967), por exemplo, que afirma ser o objetivo do estabelecimento das concentrações máximas permissíveis, C.P.M., o de "evitar toda e qualquer exposição desnecessária à radiação e aceitar exposição à radiação quando - e somente quando - os benefícios esperados de tal exposição excederem as prováveis consequências danosas provenientes desta exposição à radiação". Até recentemente era aceito de modo passivo que as prováveis consequências danosas provenientes da exposição à radiação, a que se referiu Morgan, seriam pequenas em comparação com outros riscos, ocupacionais e não-ocupacionais, inerentes à vida humana. Contudo, desde a implantação definitiva da indústria nuclear para a geração de energia elétrica, esta comparação tem sido (e, provavelmente, continuará a ser nos próximos anos) objeto de discussão com pontos de vista conflitantes.

Reconhecemos que foge aos objetivos promordiais deste trabalho abordar aqui os diversos aspectos da discussão sobre a relação entre C.P.M. e efeitos da radiação ionizantes sobre seres humanos. Entretanto, é importante entender que as doses máximas permissíveis, D.P.M., para seres humanos (corpo inteiro e Órgãos críticos) que deram origem às C.P.M. no ar e na água, não implicam em segurança absoluta contra os efeitos da radiação.

Deve-se ter em mente que existe um mecanismo de repa-

ro para células do corpo danificadas pela radiação, mas também existe uma mudaça residual no corpo que, com o tempo, pode manifestar-se sob forma de dano produzido pela radiação, tal como o câncer. Também não pode ser ignorado que existem dificuldades na interpretação dos efeitos da radiação ionizante ao nível celular e que, segundo alguns autores (vide Cole e Nowell, 1965 - por exemplo), "a radiação não deve ser considerada a causa única para o aparecimento de um câncer, uma vez que o câncer é, provavelmente, originado por uma série múltipla de eventos causais, incluindo talvez *mutações pré-zigóticas* (herdadas) de aberrações *cromossômicas* acionadas por mecanismos de disparo tais como virus, bactérias, agentes químicos, etc..."

Hoje existe disputa quanto ao modelo de curva, dose versus resposta, que deve ser utilizado para cálculo de riscos inerentes às radiações ionizantes no que diz respeito a produção de câncer. Trata-se, essencialmente, de escolher entre um modelo linear que passa pela origem e, um modelo sigmóide que apresenta um limiar inferior, abaixo do qual nenhum efeito seria observado. Admite-se em geral que o modelo linear seja o mais conservador, porém Morgan(1973) mostrou que isto não é necessariamente verdade.

É importante pois, que acima das disputas sobre os modelos de curvas de dose versus resposta, os regulamentos a serem seguidos pela indústria nuclear assegurem que os riscos provenientes da exposição à radiação sejam mantidos tão baixos quanto possível. Sobretudo, entendemos não ser ético que para justificar riscos desnecessários, compare-se riscos normalmente aceitos, voluntariamente ou não, pela sociedade, com riscos associados à exposição à radiação.

O relatório B.E.I.R. (1972) estimou os riscos de morte associados a irradiação da população dos Estados Unidos, a razão de 170 *mrem/ano* e sugeriu que tais riscos poderiam ser considerados desprezíveis quando comparados aos riscos de morte devido a todas as outras causas. Contudo deve ser enfatizado que nenhum risco, ainda que pequeno, tem de ser aceito caso possa ser evitado, mesmo quando se sabe que os

riscos aos quais está sujeita a população americana (1 morto em 100, para a população média; e 1 morto em 46 para menores de 1 ano de idade, por exemplo) são obviamente menores que os riscos a que está submetida a população brasileira.

Populações de regiões do Brasil e da India que vivem expostas a baixos níveis de radiação, porém acima de 170 mrem/ano, tem sido estudados em busca de efeitos deletérios que possam ser imputados à radiação. A tarefa de estimar riscos e detector efeitos estatisticamente significantes em populações com pobres registros médicos, constitui porém um exercício que continua a desafiar a engenhosidade dos epidemiologistas.

As recomendações do relatório B.E.I.R. não podem ser aplicadas indiscriminadamente ao caso brasileiro. Em particular, não tem qualquer fundamento aplicar aqui estimativas de análises de riscos versus benefícios e eficiência de custos baseados em conceitos que perdem a significação, se é que a tem, ao mudarem de fronteira. Por outro lado, deve-se reconhecer que algumas recomendações do relatório B.E. I.R. são válidas de um modo mais geral. Assim, por exemplo, deve ser observado que o relatório mencionado chama a atenção para o fato de que existem razões ponderáveis que recomendam o fomento a estudos ecológicos. Os métodos e conclusões alcançados em estudos ecológicos e radioecológicos podem ser generalizados dentro de determinadas circunstâncias, apesar da validade acentuadamente local desses estudos.

As questões a serem levantadas e, tanto quanto possível, respondidas por estudos radioecológicos são essencialmente as mesmas, independentes do país onde tais são efetuada~.No quadro 1 estão enunciadas, de forma sucinta , as questões que consideramos pertinentes a estudos de Radioecologia. Os estudos de radioatividade no meio-ambiente começaram com a descoberta do fenômeno da radioatividade no final do século XIX, entretanto, as questões básicas a serem respondidas para que se começasse a entender os problemas ecológicos ligados a produção de energia elétrica via

nuclear só começaram a ser levantadas de modo sistemãtico a partir de 1961 (Wolfe, 1963).

Deve ser observado que os resíduos de baixa atividade provenientes da indústria nuclear para a geração de energia elétrica são descarregados de maneira intermitente no meio-ambiente, em concentrações em geral bem abaixo das C.P.M. (< C.P.M./30). O meio-ambiente serviria assim como um diluidor adicional dos resíduos eliminados. Contudo, não pode ser desprezada a possibilidade de reconcentração de radionuclídeos em algum ponto da cadeia a ser seguida no meio-ambiente e ocorrer aí uma interação com seres humanos. Assim, para que o impacto ecológico de um programa nuclear sobre o meio-ambiente e sobre os seres que nele vivem seja adequadamente avaliado é necessário um levantamento cuidadoso das condições radioecológicas nas cercanias das instalações nucleares desde a fase pré-operacional.

No quadro 2 estão parafraseadas, a título de ilustração, as recomendações da Agência de Proteção ao Meio-Ambiente dos Estados Unidos (E.P.A., 1972) para programas radioecológicos nas fases pré-operacional e operacional de usinas nucleares. As recomendações da E.P.A. podem ser encaradas como um ponto de partida para a formulação de um programa de estudos radioecológicos com vistas ao programa nuclear brasileiro.

FORMAÇÃO DE PESSOAL PARA ESTUDOS RADIOECOLÓGICOS NO BRASIL

É premente a necessidade de criação de um programa brasileiro de estudos radioecológicos, tendo em vista a rápida implementação do acordo nuclear Brasil-Alemanha prevista para os próximos anos. Entretanto, é fato bastante conhecido que existe, no país, escassez de pessoas com a formação adequada para levar adiante os estudos radioecológicos necessários.

A formação adequada para a realização de estudos radioecológicos associados ao programa nuclear, deveria incluir, entre outras, as seguintes disciplinas: Ecologia; Biologia; Oceanografia; Meteorologia; Geologia; Análise e

Modelagem de Sistemas; Dosimetria; Engenharia Nuclear; Física e Quimica. Assim, uma solução viável (a partir de nosso ponto de vista) seria a constituição de pelo menos uma equipe constituída de pessoas com formações diversas que estivessem dispostas a trabalhar no programa brasileiro de Radioecologia. A formação complementar dos integrantes da equipe seria obtida em centros bem equipados que estivessem em condições de contribuirem em uma ou mais áreas essenciais para o desenvolvimento de estudos radioecológicos. Simultaneamente à complementação de sua formação, os integrantes da equipe participariam de trabalhos em seus respectivos campos de ação.

O quadro 3 apresenta um currículo-base para a discussão sobre a viabilidade de formação de pelo menos uma equipe interdisciplinar para estudos radioecológicos. Entretanto, parece-nos que, exceção feita talvez às duas maiores universidades do país, não é exequível reunir numa só instituição educacional um grupo interdisciplinar capaz de formar adequadamente o pessoal necessário para estudos em Radíoecologia. Assim sendo, para a efetivação da solução por nós sugerida, seria necessário alto grau de cooperação entre as instituições de ensino e pesquisa em condições de contribuirem com pessoal e/ou material para estudos em Radioecologia.

CREDIBILIDADE DE ESTUDOS RADIOECOLÓGICOS

Estudos de Radioecologia devem inspirar confiança não só àquelas pessoas diretamente relacionadas com tais estudos radioecológicos , como também à comunidade científica e ao público em geral. Sem essa confiança assegurada, os estudos radioecológicos teriam sua validade posta em dúvida e dificilmente, seriam economicamente justificáveis. O quadro 4 apresenta normas que acreditamos serem essenciais para assegurar a credibilidade de um programa brasileiro de estudos radioecológicos. O respeito a normas semelhantes aquelas apresentadas no quadro 4 é uma condição necessária para que não se torne vão o esforço a ser despendido na

formação de pessoal para o desenvolvimento de um programa radioecológico no Brasil.

CONCLUSÕES

A constituição de pelo menos uma equipe composta de pessoal científico interdisciplinar com formação adequada para o desenvolvimento de estudos radioecológicos no Brasil é uma contribuição que os centros educacionais e de pesquisa podem, e devem, fornecer ao programa nuclear brasileiro. Para tanto, é necessário porém que haja cooperação entre as autoridades responsáveis pelo programa nuclear e o segmento da comunidade científica brasileira em condições de formar pessoal e desenvolver estudos em Radioecologia. Um currículo-base para a formação de pessoal é sugerido para discussão quanto a sua adequação aos estudos radioecológicos a serem desenvolvidos no Brasil. Um conjunto de normas de procedimento e cooperação é apresentado como condição essencial para assegurar a credibilidade perante à comunidade científica, e a opinião pública de um modo geral, dos estudos radioecológicos associados ao programa nuclear para produção de energia elétrica no Brasil.

QUADRO 1

QUESTÕES PERTINENTES A RADIOECOLOGIA

1. Desde quando, quanto, onde e que tipos de radioatividade existem ou foram introduzidos no meio-ambiente?
2. Como os radionuclídeos interagem com o meio-ambiente?
3. Onde os radionuclídeos são concentrados, reconcentrados ou desconcentrados nos sistemas naturais?
4. Quais os efeitos dos radionuclídeos no meio-ambiente?
5. Quais os caminhos e quanto tempo demora até que ocorra a interação entre 'radionuclídeos do meio-ambiente e seres humanos?
6. Como as informações obtidas podem indicar problemas em potencial e contribuir para evitá-los?
7. Como as informações obtidas podem contribuir para melhor compreensão da natureza?

QUADRO 2

RECOMENDAÇÃO PARA PROGRAMAS RADIOECOLÓGICOS EM INSTALAÇÕES NUCLEARES PARAFRASEADAS DA E. P. A. (1972)

Fase *pré-operacional*

1. Medidas da taxa de dose externa de radiação no local e vizinhanças (filme, TLD, câmara de ionização, etc.).
2. Partição da dose gama total entre os diversos componentes (espectrometria gama "in situ" usando NaI e/ou Ge (Li)).
3. Atividade beta total e espectrometria gama em filtros de ar.
4. Espectrometria gama de amostras de água, alimentos, flora e fauna do local e cercanias.
5. Atividade alfa total de diversas amostras do local e cercanias.

OBSERVAÇÕES

a) importância da amostragem ≥ importância das medidas.

b) identificação de cadeias criticas: descarga → meio-ambiente → homem (o uso de elementos estáveis congêneres de

radionuclídeos é Útil).

c) seleção de organismos indicadores.

Fase operacional

1. Basear estudos na análise de cadeias críticas da fase pré-operacional.
2. Verificar a possibilidade de acumulação de radionuclídeos de meia vida longa.
3. Os dados obtidos devem permitir uma estimativa de doses para o público.
4. Os níveis radioativos medidos no meio-ambiente devem permitir estimar as descargas radioativas da instalação e vice-versa.
5. Os dados devem estar disponíveis para o público interessado.
6. Os dados devem ser colhidos de acordo com a legislação e facilitar a fiscalização.
7. As previsões da fase pré-operacional devem ser confirmadas.
8. É importante a verificação contínua das cadeias críticas.
9. *Cumprir o "Appendix I"**a ser implementado.

QUADRO 3

CURRÍCULO-BASE PARA FORMAÇÃO COMPLEMENTAR DE COMPONENTES DE EQUIPE PARA ESTUDOS RADIOECOLÓGICOS***

1. *Noções básicas*

a) Nomenclatura atômica e nuclear.

b) Tipos de radiação (alfa, beta e eletromagnética).

c) Estrutura nuclear e estabilidade.

---

*Este ítem não consta das recomendações da E.P.A. (1972), mas foi sugerido por Budnitz (1974).

**O chamado "Appendix I" foi proposto inicialmente pela U.S.A.E.C. (1971) para ser anexado ao 10CFR20 e, finalmente, foi regulamentado em maio de 1975 (NRC, 1975), de acordo com o relatório WASH-1258 a que se refere U.S.A.E.C. (1973).

*** Para efeito de discussão.

d) Reações nucleares.
e) Modos de desintegração.
f) Equações de ativação e desintegração.
g) Perda de energia por unidade de comprimento, LET, ionização especifica, alcance e energia de partículas carregadas.
h) Interações de fotons com a matéria.
i) Interações de neutrons.
j) Radioatividade do meio-ambiente (natural e artificial).
k) Processos de detecção da radiação (inclusive calorimétricos, químicos e biológicos).
l) Radioquímica.

2. *Dosimetria*

a) Quantidade e unidades.
b) Campos externos de radiação gama.
c) Dosimetria de neutrons.
d) Partículas pesadas carregadas.
e) Dosimetria interna.
f) Dose de radionuclídeos inalados.
g) Padrões e critérios.

3. *Estatística de Contagem*

a) Natureza aleatória do processo de desintegração nuclear.
b) Natureza das distribuições de contagem.
c) Distribuição de frequência (Bernoulli, Gauss e Poisson).
d) Caracterização de dados estatísticos (valor médio, desvio padrão, erro padrão, erro provável e nível de confiança).
e) Precisão das medidas de radiação (medida simples, efeito da relação sinal-ruído sobre a precisão, precisão da razão de duas medidas, atividade mínima detectável, atividade mínima significativa).

4. *Elementos de Radiobiologia*

a) Radiólise da água.
b) Efeitos moleculares.
c) Aberrações cromossômicas.

d) Estrutura celular.
e) Efeitos em orgânulos.
f) sobrevivência celular.
g) Teorias de sensitividade celular
h) Modelo de renovação celular.
i) Hematopoese.
j) Sistema digestivo.
k) Efeitos de corpo inteiro.

5. *Meteorologia*

a) Radiação solar e equilíbrio de energia na Terra.
b) Circulação geral de massas atmosféricas.
c) Uso e coleta de dados meteorológicos.
d) Estrutura vertical da temperatura da baixa atmosfera.
e) Ventos locais.
f) Teorias de difusão e transporte atmosférico.
g) Cálculos de dose em nuvem radioativa.

6. *Análise e modelagem de sistemas*

a) Modelos para cadeias alimentares.
b) Amostragem no espaço.
c) Amostragem com o tempo.
d) Amostragem do sistema.
e) Análise de erros de modelos ecológicos.
f) Modelos lineares versus não-lineares.

7. *Ecologia*

a) Efeitos de temperatura, salinidade, disponibilidade e utilização de energia em sistemas.
b) Radionuclídeos em ecosistemas terrestres.
c) Radionuclídeos em ecosistemas aquáticos.
d) Efeitos da radiação ionizante sobre plantas, animais, comunidades e populações.
e) Levantamentos pré-operacionais e operacionais.

QUADRO 4

NORMAS A SEREM RESPEITADAS PARA ASSEGURAR A CREDIBILIDADE DE ESTUDOS RADIOECOLÓGICOS

1. Formação de um grupo interdisciplinar de trabalho para planejar estudos radioecológicos, integrado por representantes das autoridades diretamente responsáveis pela execução do programa nuclear e, entre outras, das seguintes entidades: C.N.E.N.; CNPq; S.E.M.A.;C.E.T.E.S.B.; S.B.P.C. e S.B.F.*
2. O plano de estudos radioecológicos a ser sugerido pelo grupo de trabalho deverá merecer a aprovação da C.N.E.N.
3. A escolha de uma coordenação científica para levar a efeito o plano aprovado deverá ser aceita pelos integrantes do grupo de trabalho.
4. O tempo de duração dos estudos radioecológicos não deverã ser inferior a 5 anos; sendo 3 na fase pré-operacional das instalações nucleares.
5. A colaboração das autoridades responsáveis pelo programa nuclear sem interferência no plano aprovado, a não ser através de seus representantes no grupo interdisciplinar, é essencial para a execução dos estudos radioecológicos e manutenção da credibilidade desejada.
6. Projetos específicos, constantes do plano geral, poderão obter recursos através dos órgãos usuais de financiamento de pesquisa, sendo que as prestações de contas obedeceriam os trâmites a que são submetidos outros recursos aprovados pelos referidos órgãos.
7. Resultados parciais obtidos poderão ser apresentados livremente no pais, ou no exterior, em congressos, simpósios ou publicações especializadas, a critério dos autores.

---

*
C.N.E.N. - Comissão Nacional de Energia Nuclear
C.N.P.q. - Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
S.E.M.A. - Secretaria Especial para o Meio-Ambiente
C.E.T.E.S.B. - Centro Tecnológico de Saneamento Básico
S.B.P.C. - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciencia
S.B.F. - Sociedade Brasileira de Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KRUMHOLZ, L.A. - *Observations on the Fish Population of a Lake Contaminated by Radioactive Wastes* - Bull.Ass. Mus. Nat. Hist. (N.Y.), 110, 281.
2. PEREDEL'SKIY,A.A. - 1962 - Voprosy ekologii 4: (publicado em inglês em:Radioecology, J.P.R.S. 19 466, pp. 6-9,1963)
3. I.C.R.P. - 1969 - *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection* -I.C.R.P. Publ. 2, Pergarnon Press, London, England.
4. I.C.R.P. - 1966a - *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. -I.C.R.P.* Publ. 6, Pergamon Press, London England.
5. I.C.R.P. - 1966b - *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection* -I.C.R.P. Publ. 9, Pergamon Press, London, England.
6. U.N.S.C.E.A.R. - 1958 - United Nations, General Assembly- *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* - (A/3838: G.A. Official records, 13th sess. suppl.17).
7. U.N.S.C.E.A.R. - 1962 - United Nations General Assembly- *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* - (A/5216, G.A. Official records, 17th sess. suppl. 16).
8. U.N.S.C.E.A.R. - 1964 - United Nations, General Assembly, *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations* - (A/5814: G.A. Official records, 19 th sess. suppl. 14).
9. U.N.S.C.E.A.R. - 1966 - United Nations, General Assernbly- *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (A/6314: G.A. Official records, 21st ses~., suppl. 14).
10. MORGAN, K.Z. - 1967 - *Maximum Permissible Exposure Levels- Externa2 and Internal, Principles of Radiation Protection* - A Textbook of Health Physics, Cap. 14, (Morgan, K.Z. e Turner, J.E., eds.) John Wiley and Sons, New York.
11. COLE, L.J. e NOWELL,P. C. - 1965 -*Radiation Carcinogenesis; The sequence of Events* - Science, 150, 1782 - 1786.

12. MORGAN, K.Z. - 1973 - *The Need for Radiation Protection*, Radiologic Technology, 44, 385-395.

13. B.E.I.R. - 1972 - *The Effects on Populations of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation* - Report of the Advisory Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations, National Academy of Sciences National Research Council, 1-217.

14. WOLFE, J.N.- 1963 - *Impact of Atomic on the Environment and Environmental Science* - Radioecology (v. Schultz and A.W.Klement, eds.) Reinhold, New York, 746.

15. E.P.A.-1972 - U.S. Environmental Protection Agency, Office of Radiation Programs, *Environmental Radioctivity Surveillance Guide* - Report ORP/SID, 72-2, junho 1972.

16. BUDNITZ, R.J. - 1974 - comunicação pessoal.

17. U.S.A.E.C. - 1971 - United States Atomic Energy Commission, 10CFR50 (Code of Federal Regulations Title 10, Part 50) *Proposed Appendix I: Proposed Supplemental Regulations* - Federal Register, vol. 36,nº 111, pp.1113, 9/6/1971.

18. 10CFR20 - (Code of Federal Regulations, Title 10, Part 20), *"Standards for Protection Against Radiation"* - Appendix B, Table II, Concentrations in Air and Water Above Natural Background.

19. N.R.C. - 1975 - Nuclear Regulatory Commission, Title 10, *Licensing of Production and Utilization Facilities, Radioactive Materials in Light-Water-Cooled Nuclear Power Reactor Effluents* (Federal Register, vol. 40,nº87,5/5/1975).

20. U.S.A.E.C. - 1973 - *Final Environmental Statement - Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Condition for Operation to Meet the Criterion "As Low as Practicable" for Radioactive Material in Light-Water - -Cooled Nuclear Power Reactor EffZuents,* Report WASH-1258 vol.1, julho 1973.