



X
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

CTBA/SGA/10
CURITIBA - PARANÁ - 1989

SUBGRUPO VI-01
IMPACTOS AMBIENTAIS

USINA NUCLEAR DE ANGRA - PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL

EDGAR KIRCHER
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

ELOY S. DA CRUZ
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

1. INTRODUÇÃO

A construção da Usina Angra-1 foi precedida de estudos ambientais, iniciados em 1969, após a análise de viabilidade de localização de basicamente 4 alternativas. A seleção de Itaorna baseada nestas alternativas foi feita formalmente em fevereiro de 1970. Definido o local, os estudos foram além dos pré-requisitos que prevaleciam na ocasião para o licenciamento de outras instalações industriais, inclusive usinas de geração elétrica. Já naquela época era mandatário a aplicação da "Norma para Escolha de Locais de Reatores de Potência" (1) que aborda principalmente aspectos ambientais e de segurança emitida pela Comissão Nacional de Energia Nuclear.

A abrangência e a profundidade dos estudos ambientais preparados em apoio ao licenciamento de Angra-1 constituíram-se portanto, indiscutivelmente, em fato inédito no país. Muito embora estes estudos não tenham seguido o mesmo formalismo que seria necessário hoje para a aprovação de uma instalação industrial, como a confecção do Estudo de Impacto Ambiental e do seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o conteúdo e a extensão atenderiam plenamente os requisitos das atuais regulamentações.

O Relatório do Local, emitido no início de 1970 foi o documento que formalizou a licença para o início das construções de Angra-1. Este relatório apresenta a descrição do local e suas principais interações com o ambiente. Aspectos populacionais, demográficos, hidrológicos, meteorológicos, geológicos, sísmológicos, usos da terra e das águas e considerações sobre a construção são analisados. O relatório aponta também os problemas ambientais que deveriam ser investigados com profundidade e que através de soluções de engenharia minimizassem os impactos, tornando o empreendimento licenciável sob o aspecto ambiental e de segurança radiológica ambiental. Em abril de 1970 a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, publicou uma aprovação preliminar do local com recomendações que deveriam ser seguidas por Furnas (2).

Estas recomendações diziam respeito ao aprofundamento das investigações das características ambientais da área, como por exemplo a meteorologia e a fauna e flora marinha. De acordo com o processo de licenciamento adotado, o modelo americano, o próximo passo seria a elaboração do Relatório Preliminar de Análise de Segurança, que daria a autorização para o início da construção da Usina. Este relatório foi submetido à CNEN em dezembro de 1972, composto de 7 volumes sendo que o 2º é dedicado integralmente à descrição das características do local, já considerando a influência da usina. Nesta fase foram utilizadas firmas consultoras nacionais e instituições universitárias em áreas específicas. Em algumas áreas muito especializadas, onde a experiência de instituições nacionais não era suficiente diante das exigências, foram contratadas empresas ou pessoas no exterior.

Três aprovações parciais para a construção foram dadas pela CNEN. A primeira foi emitida no início de 1973, a segunda em agosto de 1973 e a terceira em dezembro deste mesmo ano já então permitindo a construção do reator. Em 2 de maio de 1974, expediu-se a aprovação final, com uma série de condicionantes que deveriam ser cumpridas por FURNAS antes da operação comercial da Usina. Já nesta data inúmeras investigações ambientais tinham sido concluídas e outras estavam em andamento, com prazo de conclusão até o início da operação da usina. Estes estudos são apresentados, resumidamente, no item 2, referente à fase pré-operacional.

2. FASE PRÉ-OPERACIONAL - ESTUDOS AMBIENTAIS

Os estudos pré-operacionais compreendem todos os estudos que foram realizados antes do início de operação da Usina, e particularmente na área de segurança radiológica ambiental, até o carregamento do combustível no núcleo do reator. São eles:

2.1 Levantamento Sócio-Econômico:

O primeiro levantamento nesta área foi concluído em 1971 pela Secretaria de Serviços Sociais do Estado do Rio de Janeiro. Desenvolveu-se o estudo em 3 distritos do Município

de Angra dos Reis. Fundamentalmente objetivou-se estabelecer:

- a) estrutura demográfica e social (incluindo infra-estrutura)
- b) condições sanitárias e culturais
- c) usos das terras e águas
- d) estrutura econômica

2.2 Análise Sismológica Regional e Local e Geológica do Sítio

Concluídos respectivamente em março e abril de 1972, o estudo desenvolvido pela Weston Geophysical Research Inc. (E.U.A.) objetivou avaliar a correlação dos epicentros dos terremotos com a tectônica e geologia local e o risco máximo para a usina, determinando o Terremoto de Desligamento Seguro e Terremoto de Base de Operação.

2.3 Programa de Meteorologia

Em dezembro de 1971 foi posto em operação o primeiro conjunto de torres meteorológicas, que consistia de uma torre central de 50 metros com 2 níveis de medição de vento e gradiente de temperatura e de 3 torres periféricas de 15 metros de altura com medição de vento. A complexidade deste sistema foi dita pela irregularidade topográfica do sítio, já exigindo naquela ocasião um programa inédito no nosso país. Os dados foram utilizados para determinar o movimento que caracteriza o local, bem como no cálculo das dispersões atmosféricas associadas. Este programa foi iniciado com a Consultoria da empresa NUS Corporation (E.U.A.).

2.4 Biologia Marinha

Este levantamento foi iniciado em junho de 1971 e concluído 12 meses após, pela Fundação de Estudos do Mar-FEMAR, Fundação ligada ao Instituto de Pesquisas da Marinha. Com um ano de duração incluiu-se neste trabalho um levantamento sistemático do plancton, bentos e necton, nutrientes e produtividade primária. O estudo foi concentrado nas enseadas de Itaorna, Mamede e de Piraquara de Fora, por serem estas as enseadas que poderiam vir a sofrer algum tipo de impacto devido à operação da usina, e por não se conhecer ainda naquela época a solução definitiva para o Sistema de Água de Refrigeração da Usina.

2.5 Circulação Marítima e Meteorologia Sinótica

Este trabalho iniciado em agosto de 1971 foi concluído em junho de 1972, executado também pela FEMAR. O levantamento compreendeu o estudo da circulação marítima permanente e devido aos ventos, o estudo das correntes, a análise granulométrica do fundo, a determinação dos coeficientes de difusão, e o registro termográfico nas águas superficiais e profundas das enseadas de Itaorna, Mamede e Piraquara de Fora. Além disso mediu-se a variação do nível médio das águas nestas mesmas enseadas. O levantamento da estrutura térmica da água do mar nas enseadas objetivou principalmente obter dados para o projeto do Sistema de Água de Refrigeração dos Condensadores da Usina.

2.6 Estudo do Sistema de Água de Refrigeração

Este estudo concluído em fevereiro de 1973 e desenvolvido pela Gibbs & Hill Inc. (E.U.A.), apresentou as alternativas para a tomada e descarga do Sistema de Água de Refrigeração da Usina, já que o grande volume captado e

sua descarga a uma temperatura superior às condições de captação poderiam provocar impactos ambientais. Para minimizar estes impactos verificou-se a capacidade de fornecimento de água e as condições de dispersão e diluição da água aquecida evitando a recirculação entre a descarga e tomada d'água. Os estudos de circulação marítima desenvolvidos conforme descrito no item anterior serviram de base para esta análise. A decisão final recaiu na tomada de água sendo efetuada na enseada de Itaorna e a descarga em Piraquara de Fora através de um túnel de cerca de 1 km de extensão escavado na rocha. Cabe ressaltar que este estudo foi, já naquela época, feito prevendo-se uma ampliação para um complexo de 3.200 MW_e de geração.

2.7 Levantamento Inicial das Medidas de Exposição por Radiação Natural - Projeto Mister

Este levantamento foi o primeiro de um amplo programa pré-operacional de radioecologia na região. Iniciado em janeiro de 1974 e concluído em setembro do mesmo ano, ele foi coordenado pelo Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro em convênio com a New York University e a Comissão de Energia Atômica dos E.U.A. Determinou-se a radiação natural e artificial direta na área da usina e região vizinha com o uso de câmaras de ionização e espectrômetros de campo, permitindo estabelecer também os radionuclídeos que compunham esta radiação direta.

2.8 Caracterização dos sedimentos marinhos na área de dispersão do efluente da Usina

Este estudo objetivou avaliar a influência de partículas em suspensão e sedimentos marinhos na distribuição e retenção de radionuclídeos do efluente da usina, visto que este fenômeno seria provavelmente o causador do melhor indicador de acumulação de radionuclídeos no ambiente (adsorção de radionuclídeos), conforme experiência em outros países. O projeto desenvolvido durante 6 meses pelo Instituto de Biofísica da U.F.R.J. foi concluído no final de 1975 e serviu de importante referência para outros trabalhos na área de radioecologia.

2.9 Simulação em modelo matemático do comportamento da descarga d'água da Usina

Iniciado em abril de 1976, e desenvolvido pela Biotec e pelo Instituto de Biofísica da U.F.R.J., quando já havia sido definido o projeto do Sistema de Água de Refrigeração da Usina, este estudo objetivou determinar a influência da descarga da água sobre a distribuição térmica, circulação marítima e sedimentação de partículas na Enseada de Piraquara de Fora.

Analisando-se o grau de perturbação ocasionada pela introdução de uma fonte quente no local, foi possível a determinação da variação da temperatura nas condições extremas de gradiente entre as Enseadas de Itaorna e Piraquara de Fora em várias estações do ano.

2.10 Levantamento Sócio-Econômico e Demográfico da Região de Angra dos Reis

Diante da defasagem entre o primeiro levantamento sócio-econômico (1971) e as novas necessidades, optou-se por uma atualização e complementação deste trabalho. Desenvolvido pela Biotec e pelo Instituto de Biofísica da U.F.R.J., dividiu-se em duas partes, a saber:

- a) levantamento da produção e consumo de alimentos pela população da área de influência direta da usina;
- b) levantamento sobre os aspectos demográficos, agro-pecuária, indústrias, instituições sociais e outras instalações.

A primeira parte deste levantamento limitou-se às investigações relativas aos usos dados ao solo e aos corpos d'água próximos à usina (raio de 8 km), incluindo o levantamento e análise da produção de alimentos de origem marinha e terrestre na área, bem como seu consumo pela população. Esta fase foi concluída em outubro de 1975.

A segunda parte, iniciada, em fevereiro de 1979 consistiu no cadastramento demográfico, na produção agro-pecuária incluindo destino desta produção, atividades industriais, tipos de instituições sociais (escolas, hospitais, etc) e militares. Este trabalho realizou-se em duas áreas, na mais próxima à usina (raio de 16 km) e na segunda área até a distância de 50 km.

2.11 Estudo do Grupo Crítico e do Caminho Crítico na cadeia alimentar

Baseado nos levantamentos dos dados ambientais como a meteorologia, a hidrologia marinha, dos usos do solo e dos corpos d'água, foi concluído em setembro de 1976, pela Biotec e pelo Instituto de Biofísica da U.F.R.J., a identificação dos radionuclídeos lançados no ambiente em condições rotineiras de operação e que provocariam a maior taxa de dose de radiação nos habitantes da área de influência da Usina, ou seja fora da área de propriedade de Furnas. São apresentadas também neste trabalho as vias pelas quais estes radionuclídeos podem atingir o homem, bem como as estimativas das quantidades máximas de radionuclídeos que podem ser lançadas no ambiente marinho em condições de especificações técnicas operacionais que atendam à segurança radiológica e as normas internacionais.

2.12 Programa de Monitoração Radiológica Ambiental Pré-Operacional

Este programa veio completar alguns estudos preliminares de radioecologia na área da usina. O programa foi integralmente desenvolvido pelos técnicos de Furnas no Laboratório de Radioecologia, especialmente construído para este fim, já que no Brasil não havia nenhuma instituição capaz de atender as necessidades deste programa.

Iniciado em dezembro de 1978, ele foi concluído após 24 meses (dez. 1980), e compreendeu a análise do "background" radioativo de todas as amostras bióticas e abióticas importantes da região.

Foram analisadas sistematicamente amostras de peixe, algas, leite, sedimentos marinhos, amostras de ar, etc., bem como medidas de radiação direta com câmaras de ionização de alta sensibilidade e com dosímetros termoluminescentes. O levantamento foi feito desde as cercanias da usina até a cidade de Angra dos Reis e Parati.

Os resultados do programa foram submetidos à Comissão Nacional de Energia Nuclear que, através do seu Instituto de Radioproteção e Dosimetria, conduziu um programa paralelo que permitiu a fiscalização dos resultados.

2.13 Levantamento da Biologia Marinha

Apesar dos estudos de biologia marinha realizados pela FEMAR em 1971, Furnas resolveu completar e atualizar estes dados concentrando-se na Enseada de Piraquara de Fora onde são lançadas as águas do Sistema de Água de Refrigeração da Usina.

Já nesta época resolveu-se, semelhantemente ao que foi feito na área de radioecologia, montar uma equipe de biólogos na empresa que se encarregariam de participar deste projeto e numa fase posterior continuar conduzindo autonomamente o programa durante a fase de operação da usina.

O projeto foi iniciado em janeiro de 1980 e completado em janeiro de 1981. O Instituto de Biologia da U.F.R.J. coordenou os trabalhos em que houve a participação de diversos dos seus departamentos. O projeto consistiu no levantamento da ictiofauna (variedade, quantidade, estágio de maturação, etc), plancton (distribuição de biomassa, "standing stock" etc.), bentos (costão e fundo) e de parâmetros abióticos (temperatura, oxigênio, sais nutrientes, etc.).

3. FASE OPERACIONAL - ESTUDOS AMBIENTAIS

De acordo com a Comissão Nacional de Energia Nuclear, Furnas deveria submeter a esta Comissão o RFAS - Relatório Final de Análise de Segurança para obter a licença de Operação. Em 10/09/81, após a entrega do referido relatório e o cumprimento de um conjunto de pendências, foi emitida a Autorização Inicial de Operação, o que permitiu a Furnas realizar o carregamento do núcleo.

Para efeitos de impacto ambiental, esta era a data efetiva de início dos programas ambientais durante a fase operacional. Os principais programas desenvolvidos desde esta data até o presente momento estão descritos abaixo.

3.1 Programa de Meteorologia

A modificação do sistema de meteorologia foi completada em dezembro de 1981. A torre central de 50 metros de altura foi substituída por uma torre de 100 metros de altura, à qual incorporou-se um nível adicional de medição de direção e velocidade de vento (a 100 metros) e um de gradiente de temperatura (entre 10 e 100 metros). As informações estão disponíveis atualmente em tempo real tanto na Sala de Controle, como no Centro Coletor de Dados fora da usina e no Escritório Central no Rio de Janeiro. Esta ampliação permitiu um melhor conhecimento do comportamento meteorológico com o acesso à informação em tempo real. Ainda no escopo do acompanhamento operacional da meteorologia local realizaram-se dois importantes estudos que merecem ser mencionados;

a) Avaliação das características de recirculação

Desenvolvido em 1982 com técnicos de Furnas e da equipe de meteorologia da NUS Corporation (E.U.A.) objetivou, através de um conjunto de experiências no campo, com sondas acústicas, balões cativos e torres meteorológicas portáteis, determinar as características de recirculação atmosférica no local, bem como a distância de validade para a aplicação das informações meteorológicas obtidas através das torres meteorológicas do sistema de Furnas.

5. Caracterização do transporte e da difusão atmosférica no local da Usina.

Desenvolvido durante os meses de abril de 1986 e fevereiro de 1987 num projeto conjunto FURNAS, NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (E.U.A.) objetivou-se determinar o comportamento das brisas locais (terrestre e marinha) e do fluxo de drenagem através de medidas com sondas cativas e pelo acompanhamento da trajetória de balões, realizando-se a correlação das trajetórias reais com o modelo de transporte disponível em FURNAS. Com o lançamento de colunas de fumaça e o seu registro fotográfico procurou-se determinar as dispersões horizontais e verticais do local.

5.2 Programa de Controle da Biologia Marinha

Este programa operacional, iniciado em outubro de 1981 é desenvolvido por biólogos de FURNAS no Laboratório de Radioecologia. Fundamentalmente procura-se, através de um acompanhamento periódico, observar alterações que possam ter sido provocadas pela operação da usina, e mais particularmente pelo lançamento do seu efluente aquecido. Como referência utiliza-se os dados do programa pré-operacional e as áreas cobertas são as mesmas, ou seja, necton, fito e zoobentos, plancton e parâmetros abióticos.

5.3 Programa de Acompanhamento da Temperatura e Cloro na Enseada de Piraquara de Fora

A descarga da água de refrigeração dos condensadores da Usina é feita na Enseada de Piraquara de Fora, com temperatura acima da temperatura ambiente, em grandes volumes, e contendo cloro (utilizado com biocida para o combate das incrustações biológicas). O acompanhamento consiste no mapeamento da enseada em 2 níveis com uso de termógrafos, e da dosagem de cloro. Estes dados são usados em modelo que permite o acompanhamento do impacto. Em novembro de 1982, a Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia - COPPE/U.F.R.J., realizou a experiência para a determinação dos coeficientes de dispersão nesta enseada a partir da variação espacial de concentrações de um traçador radioativo. Estes dados permitiram um melhor conhecimento dos fenômenos de transporte na enseada.

5.4 Programa de Monitoração Ambiental Radiológica

Este programa foi iniciado em outubro de 1981 após o carregamento do núcleo, e é desenvolvido pelos técnicos de FURNAS no Laboratório de Radioecologia. O seu objetivo é o de acompanhar e controlar os níveis de radiação e os teores radioativos no ambiente e em amostras ambientais bióticas e abióticas comparando-as com os perfis do programa pré-operacional bem como com cada ano anterior. Este programa segue uma especificação aprovada formalmente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear que o fiscaliza através de um programa independente. Fazem parte deste programa, além da monitoração ambiental na região vizinha à usina (13 tipos de amostras e 52 locais), o programa de monitoração radiológica do depósito de rejeitos radioativos sólidos de baixa atividade, a análise de correlação do efluente da usina com a monitoração ambiental e um programa para a eventualidade de acidentes.

5.5 Programa de Controle de Efluentes Sanitários

Iniciado em fevereiro de 1985, desenvolvido por técnicos de FURNAS, este programa tem por objetivo a medição dos parâmetros físico-químicos do efluente sanitário das instalações do local usina, submetendo os resultados à FEEMA. O controle é feito através das medições do DBO, DQO, pH, óleos e graxas etc.

5.6 Programa de Emergência Radiológica (Sistema Integrado de Controle Ambiental)

Iniciado em 1984, este projeto está em fase de instalação na Usina. Ele é resultado das novas exigências que foram estabelecidas nos E.U.A. após 1979 com o acidente da usina de T.M.I. O projeto está sendo desenvolvido pela Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia - COPPE/UFRJ, e consiste de um sistema computacional em que um modelo de transporte e dispersão atmosférica tridimensional associado a um conjunto de informações de detetores da usina permite o acompanhamento contínuo e em tempo real de um pluma emitida pela usina na eventualidade de um acidente.

Faz parte deste projeto a instalação de um conjunto de detetores de radiação (tipo Geiger-MULLER) e coletores de ar, que também medirão em tempo real o nível de exposição à radiação em locais especiais na região vizinha à usina.

O acoplamento destes dois sistemas permitirá um eficiente acompanhamento das condições radiológicas na área externa à usina, servindo de suporte importante para a tomada de decisões em acidentes.

4. CONCLUSÕES:

Fica comprovada, pelas descrições apresentadas nos itens anteriores, a afirmativa de que a construção da Usina Angra-1 foi precedida de estudos ambientais que atendem plenamente os requisitos das atuais regulamentações de licenciamento de instalações de geração de energia elétrica. O levantamento do meio biológico, sócio-econômico e do meio físico para a formulação do diagnóstico ambiental com a análise dos impactos e as propostas de medidas mitigadoras foram etapas integralmente cumpridas e licenciadas. O plano de monitoramento ambiental operacional segue também uma rotina segundo rígidas especificações técnicas devidamente aprovadas, acompanhadas e controladas pelos órgãos estaduais competentes, permanecendo um grande esforço para manter a usina sempre compatível com as mais atualizadas exigências da legislação internacional.

A capacitação técnica própria desenvolvida pela empresa permite hoje que os problemas sejam investigados com grande rapidez. Esta opção, principalmente nas áreas de radioecologia, biologia e meteorologia foi feita principalmente pela pouca disponibilidade e até pela ausência dos especialistas nestas áreas no Brasil e deve ser preservada e aprimorada.

BIBLIOGRAFIA

(1) "Norma para escolha de locais de Reatores de Potência", Resolução CNEN 9/69, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 1969;

- (2) A.J.C da Silva, E.E. Xavier; "Experiencia adquirida por FURNAS no licenciamento de Usinas Nucleares" VII SNPTEE, São Paulo, 1986.