

## 2 Usinas Nucleares

As centrais energéticas nucleares são uma fonte importante de energia elétrica. No momento, existem mais de 400 usinas nucleares em todo o mundo, que produzem cerca de 17% da eletricidade do mundo. Somente no Continente Americano, figura 2.1 (mapa adaptado do ICJT Nuclear Training Centre [14]), a International Atomic Energy Agency (IAEA) registrou, até o ano de 2006, 127 usinas nucleares [14] .

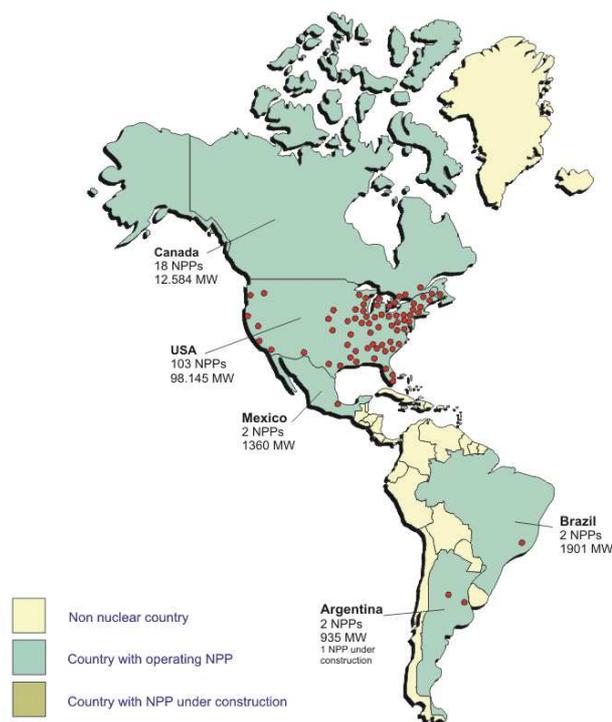


Figura 2.1: Usinas Nucleares na América reportados à IAEA até 24 de agosto de 2006.

No país, existem duas usinas nucleares e uma terceira em construção, elas se encontram no estado do Rio de Janeiro, na região de Angra dos Reis. Juntas, elas são responsáveis pela geração de aproximadamente 3% da energia

elétrica consumida no Brasil e o que corresponde, por exemplo, a mais de 50% da eletricidade consumida no Estado em que estão localizadas [2].

No projeto de usinas existe uma série de recomendações para a sua execução como forma de prevenir acidentes. Entre elas, manifestações violentas da natureza — como terremotos, maremotos e inundações — e ações externas humanas — como a explosão de um caminhão carregado de TNT na estrada próxima.

Em julho de 2007, um terremoto atingiu a região noroeste do Japão causando danos generalizados na usina nuclear de Kashiwazaki-Kariwa, a maior do mundo em termos de fornecimento energético, ocasionando vazamentos de radiação, ruptura de tubulações, inundação e um incêndio em um gerador elétrico. O terremoto, classificado de 6,8 graus na escala Richter, levantou dúvidas não só sobre a segurança das usinas nucleares japonesas, mas em todo mundo [28].

Dentre os eventos de procedência ambiental, os sismos já possuem uma metodologia específica e detalhada com desenvolvimento adequado ao problema. Todavia, com relação aos tornados, embora existam algumas sistemáticas sugeridas, essas ainda são aproximadas ou inexistentes para algumas regiões, como é o caso do Brasil, donde se conclui que ainda é necessária uma proposta de atitude de projeto.

Ainda que as manifestações tornádicas apresentem-se menos bruscas no território nacional do que em outros países, as mesmas devem ser consideradas em projetos de instalações de usinas termonucleares, visto que tal fenômeno tem se manifestado em regiões sensíveis como poderá ser visto melhor no capítulo 5.

## 2.1

### Estruturas Civis Sensíveis

Com o propósito de analisar as ações tornádicas sobre as instalações de uma usina nuclear, consideram-se neste trabalho três estruturas que fazem parte da usina de Angra 2 (figura 2.2 adaptada de [2]) submetidas a tal ação:

- Emergency Feed Building — Edifício de Alimentação de Emergência
- Reactor Building — Prédio do Reator
- Vent Stack — Torre de Ventilação

O Edifício de Alimentação de Emergência é uma estrutura prismática com 7,1m de altura acima do nível do terreno, 29m de largura, 50m de comprimento e suas paredes externas possuem uma espessura que varia entre 25cm e 35cm. Esse edifício armazena a água desmineralizada para o resfriamento de

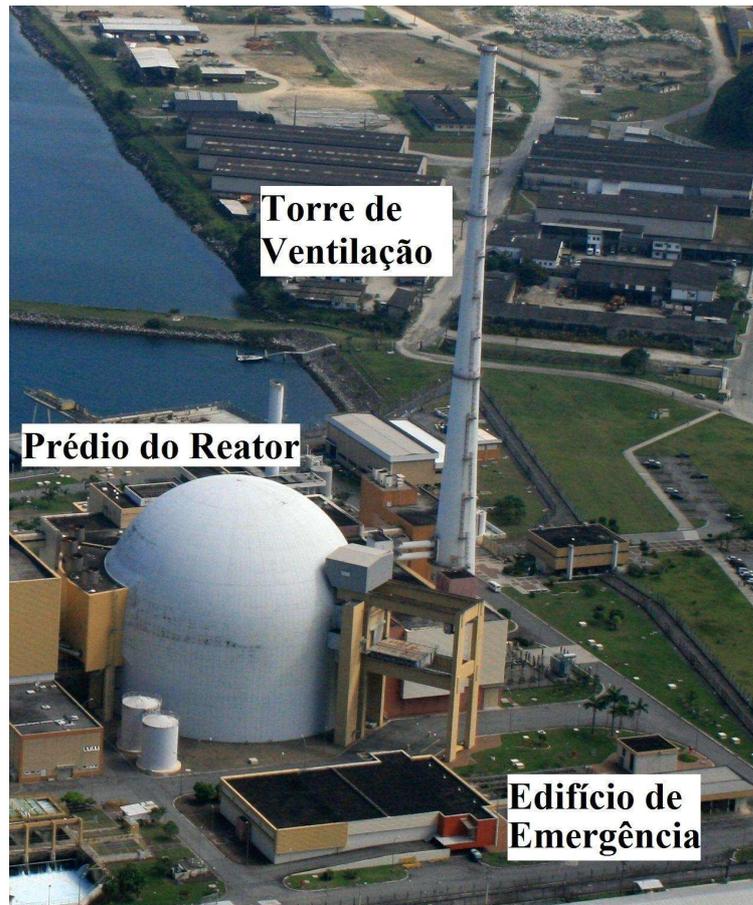


Figura 2.2: Foto da usina de Angra 2.

emergência do reator. O sistema de resfriamento é acionado por motores diesel acionados automaticamente, e é dividido em quatro redundâncias, estruturalmente separadas, tal que não haja interferência recíproca em redundâncias adjacentes. Ele é classificado como um edifício de Classe I, o que indica que desempenha direta ou indiretamente funções de segurança nuclear e, conseqüentemente, sua funcionalidade é requisitada, mesmo em condições adversas [35]. Sendo assim, no seu projeto para construção consta que ele deve ser protegido a influências externas, tais como: terremoto, ondas de pressão de explosão ou ações de terceiros. Ele possui recursos para 10 horas de operação caso um acidente externo torne a sala de controle principal (Main control room) danificada ou indisponível [13].

O Prédio do Reator é uma estrutura que pode ser dividida em duas partes: a primeira, a parte inferior, como um cilindro de seção circular, com raio de 27m e altura igual a 29m; e a segunda, a parte superior, como uma semi-esfera de 27m de raio. A espessura das paredes externas medem 70cm. Nesse prédio processa-se a geração de energia térmica através da fissão do urânio. Ele abriga entre equipamentos e sistemas, o vaso de pressão do reator, os circuitos primários, geradores de vapor, sistema pressurizador, bombas de recirculação,

sistema de remoção de calor residual, sistema de injeção de segurança e o sistema de refrigeração de emergência. Armazena, também, os elementos combustíveis novos e usados. O Prédio do Reator também é classificado como um edifício de Classe I [35].

A Torre de Ventilação é um tronco de cone com 158m de altura. O raio da base é de 6,31m, a partir de 8,6m seu raio varia até o valor de 1,83m, com uma variação na espessura das paredes externas de 23cm.