

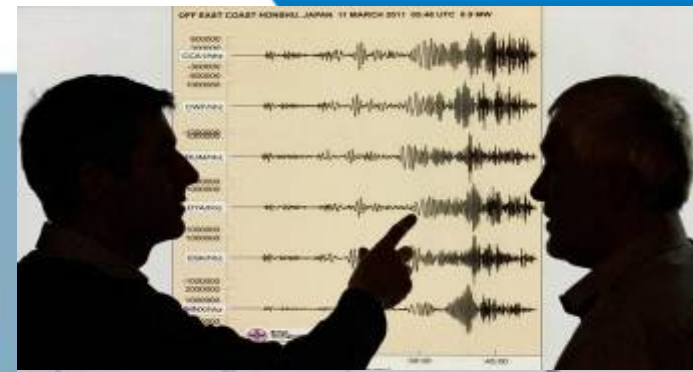
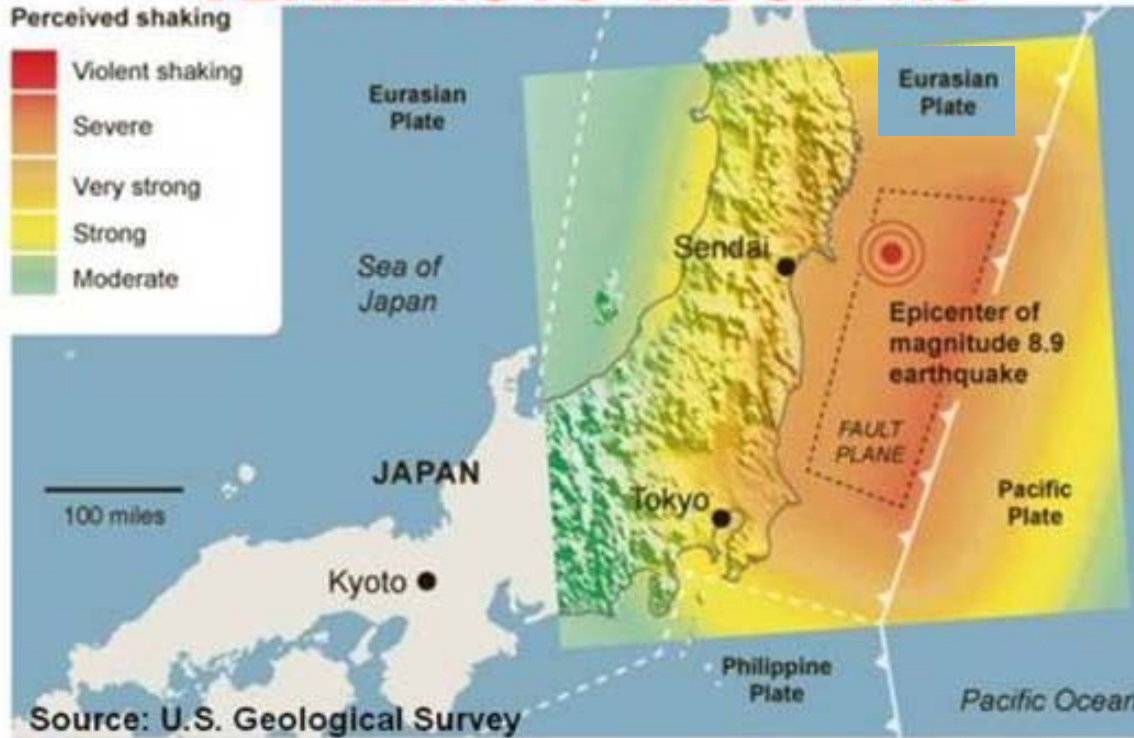
O que podemos aprender com a catástrofe natural no Japão



Eletrobras
Eletronuclear

Othon Luiz Pinheiro da Silva
Audiência Pública - Congresso Nacional
Brasília, 23 de março de 2011

TERREMOTO NO JAPÃO



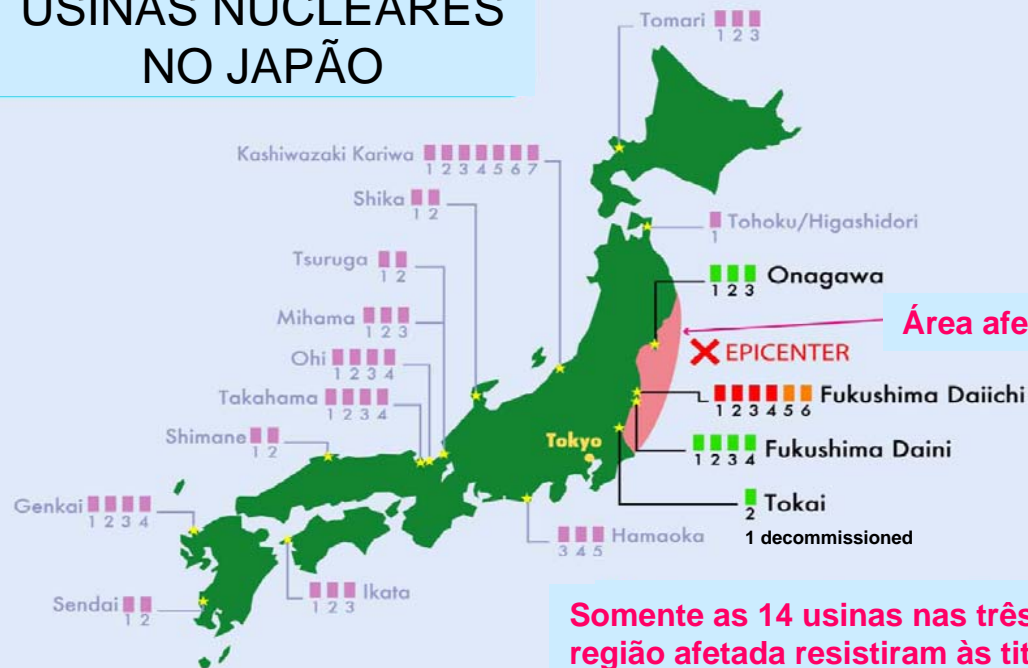
Às 14:46 do dia 11 de março de 2011, hora local, o Nordeste do Japão foi atingido por um terremoto de 9,0 graus na escala Richter. O epicentro foi bem próximo ao litoral e a poucos quilômetros abaixo da crosta terrestre

Foi o maior que se tem registro histórico a atingir uma área densamente populosa e com alto desenvolvimento industrial.

Mesmo para um país de alto risco sísmico e cuja cultura e tecnologia se adaptaram para tornar este risco aceitável, tal evento, numa escala de probabilidade de 1 em cada 1.000 anos, superou toda capacidade de resposta desenvolvida ao longo de séculos pelo Japão.



USINAS NUCLEARES NO JAPÃO



Área afetada

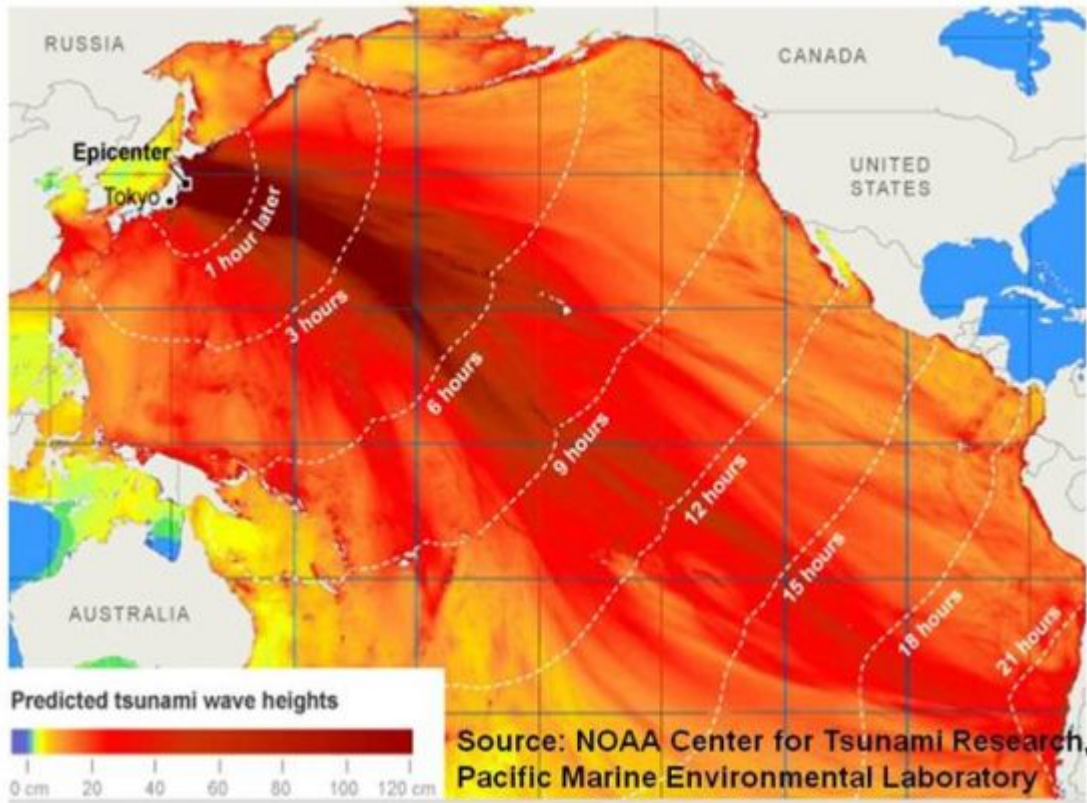
Somente as 14 usinas nas três centrais nucleares da região afetada resistiram às titânicas forças liberadas pela natureza. Todas desligaram automaticamente e se colocaram em modo seguro de resfriamento com diesel-geradores, após ter sido perdida toda a alimentação externa.

Nenhuma obra de engenharia foi dimensionada para resistir a um evento de tal grandeza.

A maior parte das construções e todas as instalações industriais com riscos de explosões e liberação de produtos tóxicos ao meio ambiente, tais como refinarias de óleo, depósitos de combustíveis, usinas termelétricas e indústrias químicas, localizadas na região atingida colapsaram imediatamente, causando milhares de mortes e dano ambiental ainda determinado



TSUNAMI NO JAPÃO

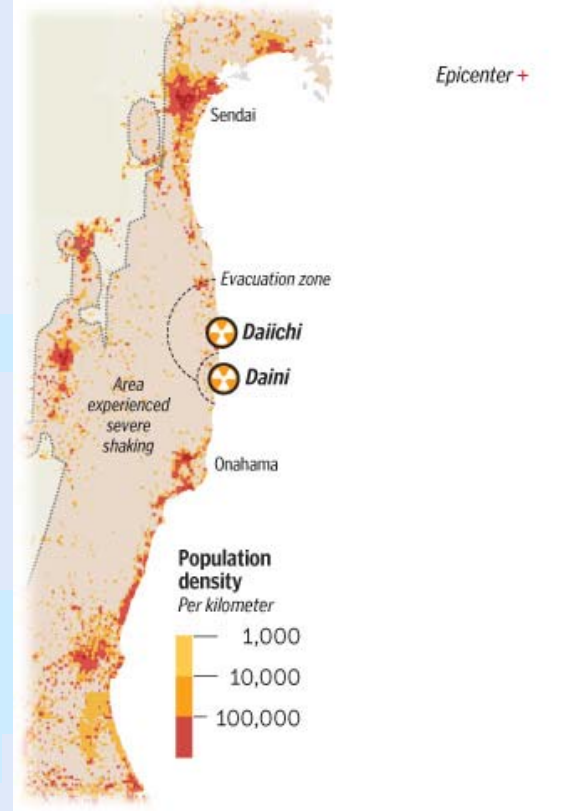
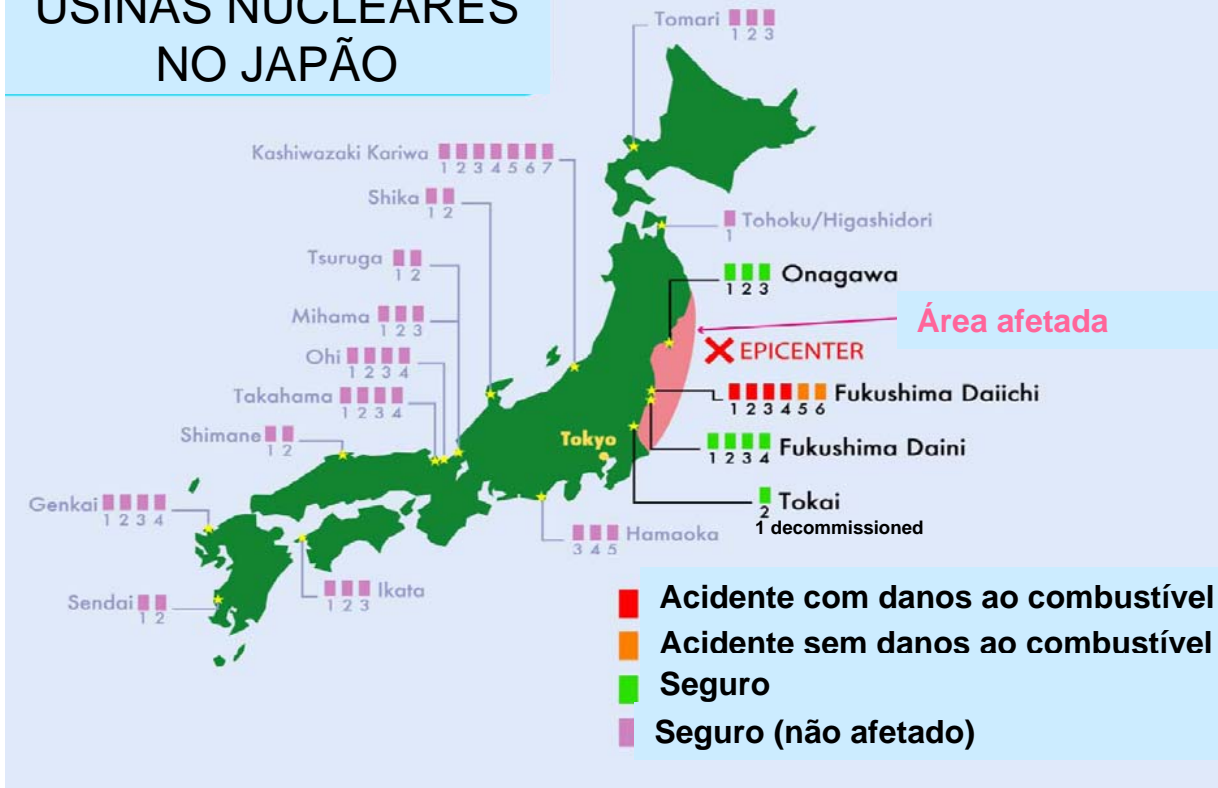


Cerca de 1 hora após o terremoto, ocorreu uma onda tsunami que alcançou 10 metros de altura varreu a costa, penetrando vários quilômetros terra adentro

Este outro evento de probabilidade multimilenar varreu os destroços de construções e instalações industriais juntamente com as centenas de milhares de desabrigados deixados pelo terremoto



USINAS NUCLEARES NO JAPÃO



As 8 usinas das centrais nucleares de Onagawa, Fukushima Daini e Tokai resistiram a mais esse evento.

4 usinas de Fukushima Dai-ichi não resistiram

O tsunami colocou fora de operação mais de uma dezena de diesel-geradores disponíveis no local, bem como seus tanques de combustível, interrompendo, por falta de energia elétrica, o resfriamento que vinha sendo feito





O Tsunami provocou problemas que tem impedido levar as usinas a uma condição segura

O recente restabelecimento da alimentação elétrica externa está permitindo o controle da situação

21 de março,
14:00 (Brasília)



O Governo japonês acionou o Plano de Emergência Externo da central, evacuando preventivamente os já desabrigados habitantes da primeira zona de 5 km de raio

Vendo a situação se agravar, o raio de evacuação preventivo foi ampliado inicialmente para 10 e depois para 20 km, com as populações entre 20 e 30 km sob abrigo

**Acidente
Inicialmente nível 4
reclassificado nível 5**



International Nuclear Event Scale
for prompt communication of safety significance



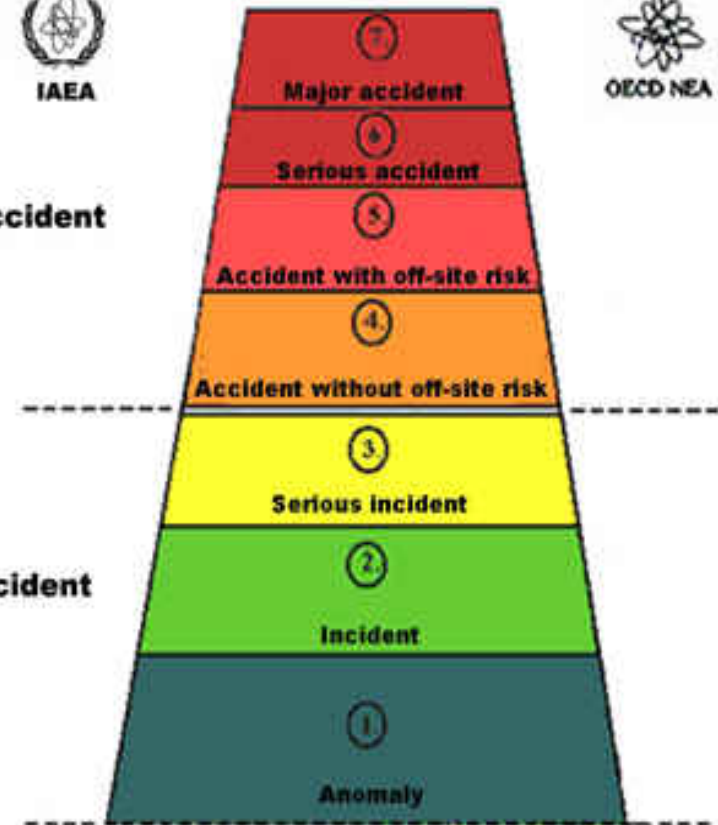
IAEA



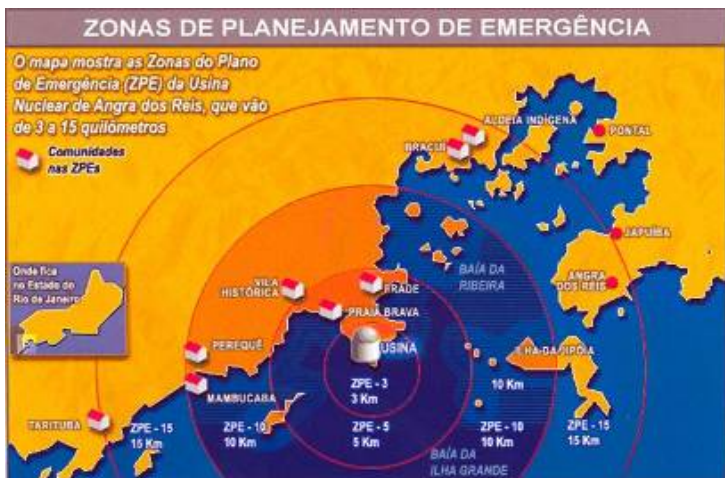
OECD NEA

Accident

Incident



below-scale events of no safety significance



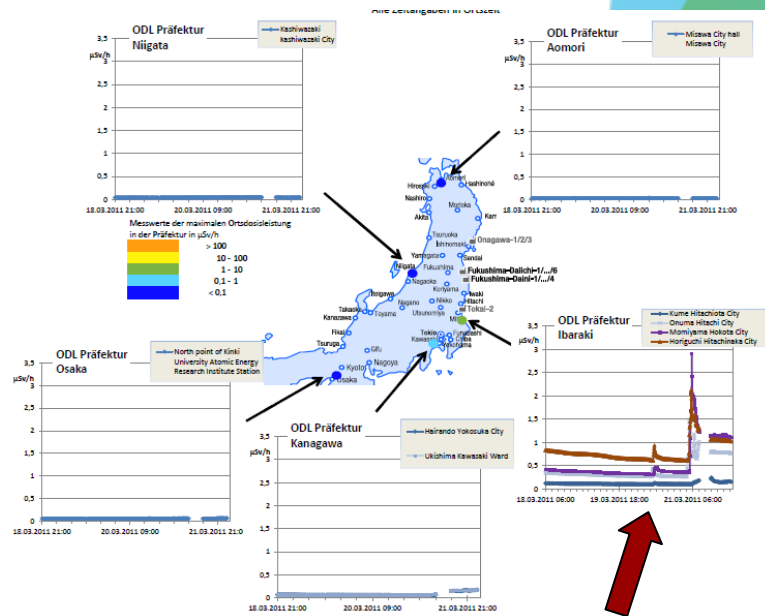
O Plano acionado ultrapassa as normas internacionais de evacuação máxima em 5 km, abrigagem em 15km

Porque as normas são para acidente grave em 1 usina e não em várias na mesma central

O Governo Japonês conseguiu concluir a evacuação de mais de 100.000 vítimas do terremoto e tsunami dos 20 quilômetros em poucos dias, mesmo enfrentando toda a destruição previamente causada na região

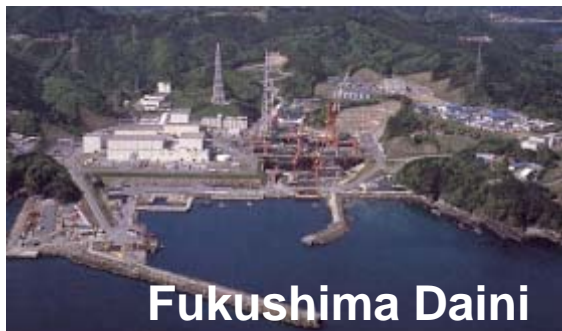
Mesmo que aconteça uma liberação importante de materiais radiativos, as populações estão a salvo dos efeitos decorrentes

Os recentes resultados da monitoração nos 30 quilômetros demonstram que os níveis não são alarmantes e estão decrescendo,

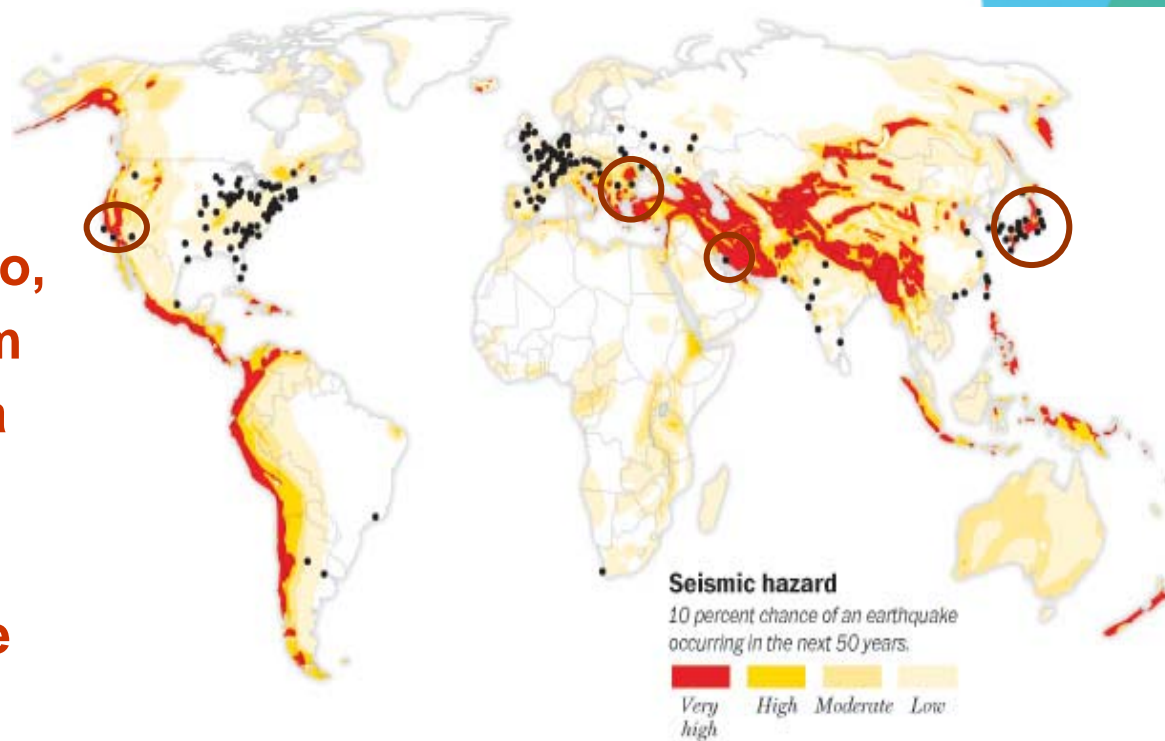


Níveis de taxa de dose elevados, mas decrescentes, só junto à cerca da usina

As usinas nucleares são as construções humanas melhor adaptadas a resistir a eventos naturais de severidade milenar, como mostraram as centrais japonesas que resistiram



A resistência das usinas nucleares localizadas em áreas de alto risco sísmico, especialmente aquelas em zonas costeiras sujeitas a tsunamis, que são muito poucas dentre as 440 em operação no mundo, deve ser reavaliada



**Com base nos conhecimentos atuais,
tal evento NÃO poderia ocorrer no Brasil**



Evento no JAPÃO
Sismo 9,0
Tsunami 10 m

Critério no JAPÃO
Sismo 8,2 com 0,3 g
Onda máxima 5,7 m

Critério no BRASIL
Sismo 6,5 com 0,1 g
Onda máxima 4 m

Central de Angra
Quebra-mar: 8 m
Angra 1 e 2: 5 m
Angra 3: 6 m

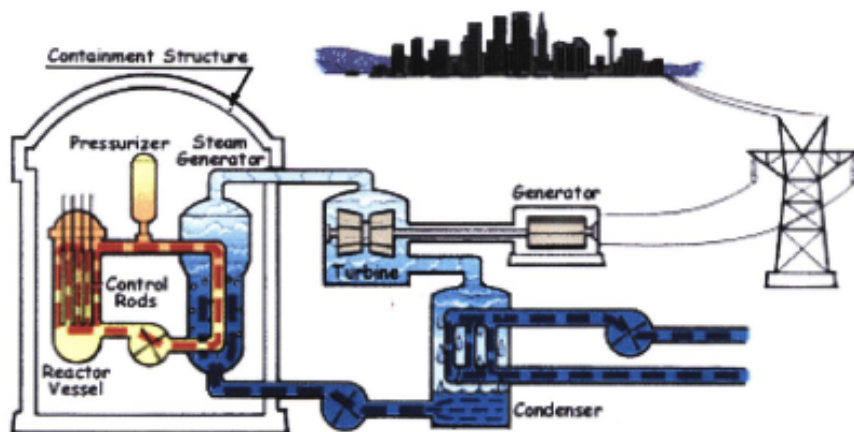
BRASIL está distante das bordas da placa

**Placas do Atlântico Sul se afastam
enquanto as do Japão se chocam**



**O tipo de sismo do
Atlântico Sul não
provoca tsunamis**

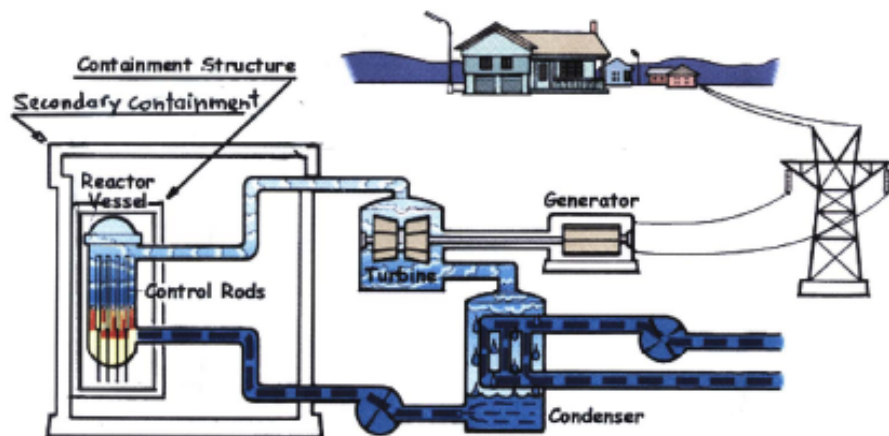
Diferenças entre usinas BWR e PWR



PWR - Pressurized Water Reactor

PWR permite circulação natural sem necessidade de bombas elétricas de resfriamento por poucas horas

(o cenário acidental no Japão seria menos severo)

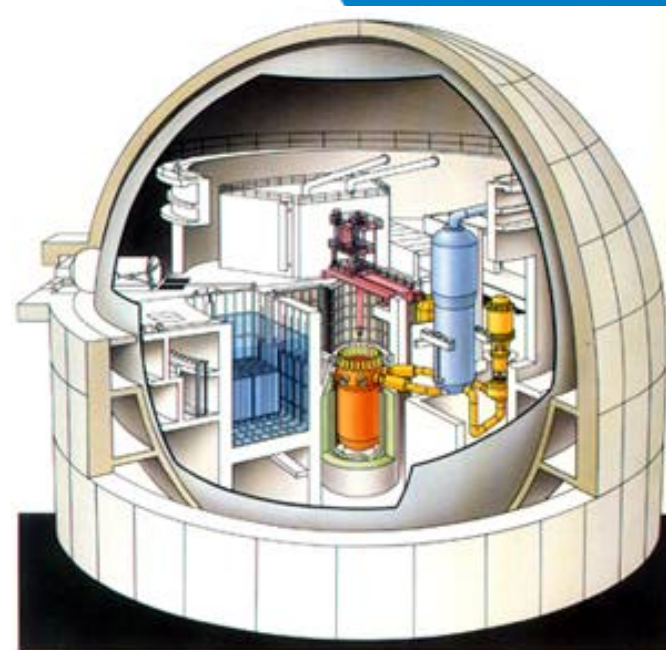


BWR - Boiling Water Reactor

BWR antigo não permite circulação natural. Se a energia elétrica for totalmente perdida, o resfriamento se interrompe

Diferenças entre usinas BWR e PWR

PWR possui uma grande contenção primária que retém todo o vapor produzido pelo acidente e uma pequena contenção secundária que protege a primária de eventos externos (queda de aeronaves, incêndios e explosões externos, etc)



BWR possui uma pequena contenção primária e uma grande contenção secundária onde a pressão do vapor produzida pelo acidente é aliviada (local onde as explosões de hidrogênio ocorreram em Fukushima)



Diferenças entre usinas BWR e PWR

BWR Fukushima Daí-ichi



PWR Angra 1



PWR
Angra 2



Acidente nuclear de Fukushima Daí-ichi

Trabalhadores que sofreram acidentes: 35 (1 morte acidental)

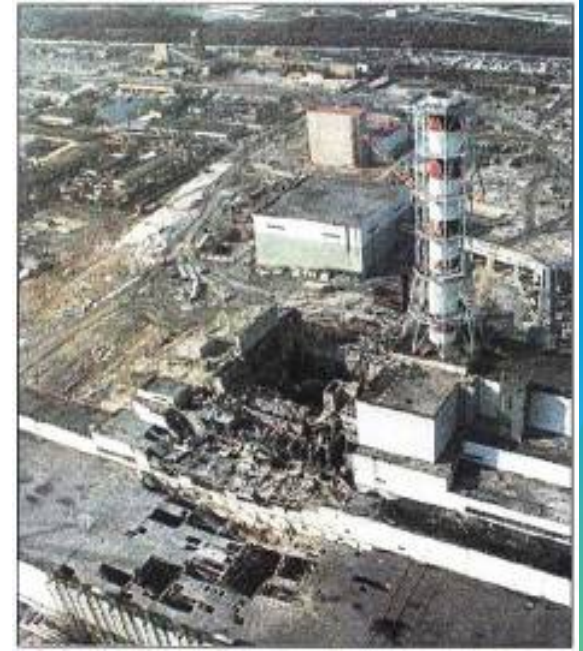
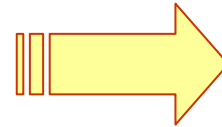
- Dois empregados da TEPCO sofreram ferimentos limitados.
- Dois empregados subcontratados sofreram ferimentos durante o terremoto, tendo sido transportados ao hospital. Um deles teve ambas as pernas fraturadas.
- Um empregado da TEPCO foi levado ao hospital após se sentir mal, com dores no peito.
- Um empregado terceirizado foi encontrado inconsciente num prédio à prova de terremoto, tendo sido levado para o hospital.
- Dois empregados da TEPCO se sentiram mal, enquanto trabalhavam nas salas de controle das unidades 1 e 2 da usina de Fukushima Daiichi.
- Quatro trabalhadores se acidentaram na explosão de hidrogênio na unidade 1 da usina de Fukushima Daiichi, e foram levados ao hospital.
- Onze trabalhadores (quatro funcionários da TEPCO, três terceirizados e quatro membros da Força de Auto Defesa) foram feridos após uma explosão similar de hidrogênio na unidade 3 de Fukushima Daiichi. Eles foram transferidos para a usina de Fukushima Daini. Um dos empregados da TEPCO, reclamando de dores, foi transferido para o hospital.
- Os paradeiros de dois empregados da TEPCO, que estavam trabalhando no edifício da turbina da unidade 4 de Fukushima Daiichi, são desconhecidos.
- Apenas um acidente foi relatado na usina de Fukushima Daini. Um trabalhador de guindaste operando o seu console na chaminé de exaustão foi seriamente ferido durante o terremoto, tendo falecido posteriormente.

Casos de contaminação: 19 (nenhum caso grave)

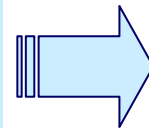
- Um empregado da TEPCO trabalhando dentro do edifício do reator na unidade 3 de Fukushima Daiichi durante a “atividade de purga” foi levado ao hospital após receber uma dose radioativa excedendo 100 mSv, nível altamente aceitável em situações de emergência por órgãos reguladores nucleares de alguns países.
- Nove empregados da TEPCO e oito terceirizados sofreram baixos níveis de exposição radioativa nas faces, não tendo sido necessário tratamento hospitalar.
- Dois policiais foram descontaminados após serem expostos à radiação.]
- Um número não especificado de bombeiros sofreu exposições à radiação e estão sendo investigados.

Tchernobyl x Fukushima

- **Comparações com Tchernobyl não são tecnicamente corretas**
- **os materiais radioativos foram dispersos em grande quantidade e a grandes distâncias devido ao incêndio de centenas de toneladas de grafite**



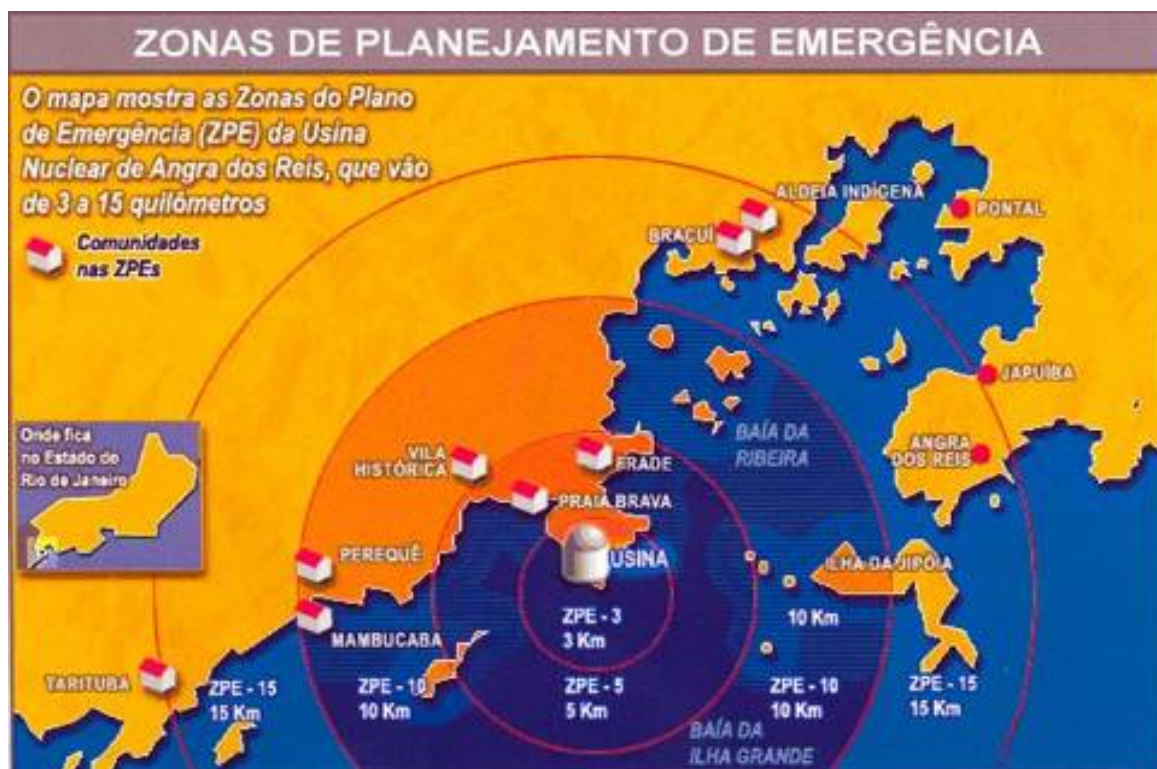
- **Um reator a água não usa grafite nem outra forma de acumulação de grande quantidade de energia liberável em curto período**
- **No pior caso, a dispersão seria em muito menor quantidade e se limitaria ao raio de evacuação do Plano de Emergência**



Plano de Emergência Externo

Garante a segurança dos cerca de 23 mil habitantes que seriam afetados por um acidente severo em 1 usina da Central

- Tem caráter preventivo.
- Acionado quando é detectada a possibilidade da ocorrência de um acidente
- Vários níveis de implementação, dependendo do evento
- Níveis máximos: evacuação ZPE-3 e ZPE-5



Coordenado pela Secretaria de Defesa Civil do Rio de Janeiro com grande atuação da Defesa Civil de Angra dos Reis e supervisão do SIPRON federal

Plano de Emergência Externo

O Japão conseguiu fazer a evacuação em 3 dias de 140 mil pessoas em 20 km numa região já atingida pelo terremoto e tsunami, ou seja, toda a infraestrutura (estradas, energia, água, veículos) severamente comprometida

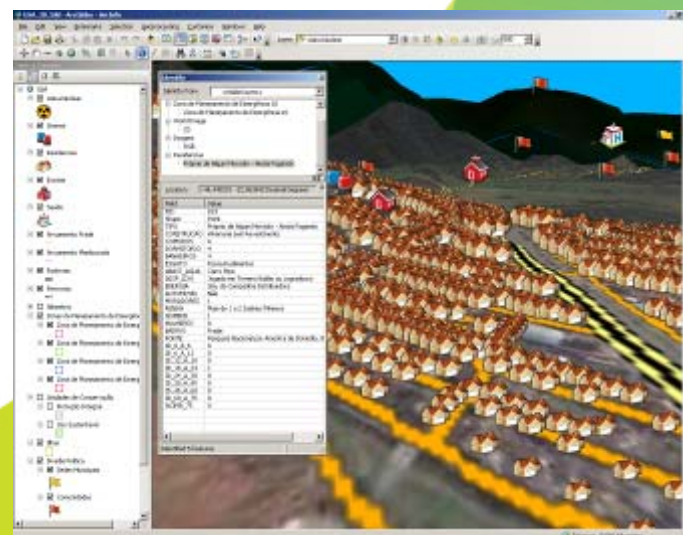
SITUAÇÃO MUITO PIOR DO QUE QUALQUER CENÁRIO EM ANGRA

MELHORIA CONTÍNUA

- Exercícios anuais (anos pares com a participação voluntária da população)
- Monitoramento das encostas da RIO-SANTOS dentro da ZPE
- Melhorias em implantação (anteriores ao acidente no Japão)
- Cais de embarque para evacuação complementar por mar

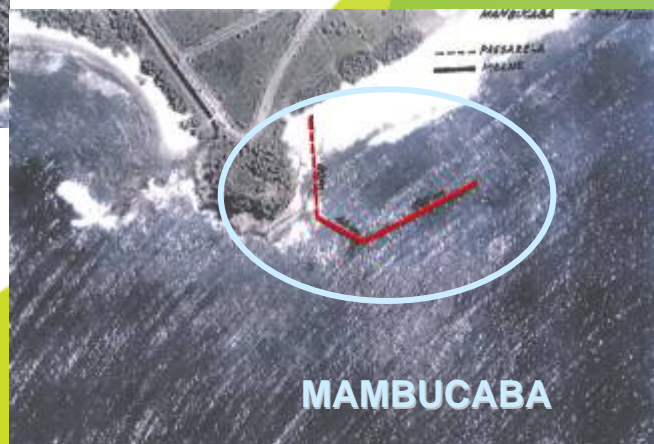


Sistema de Monitoramento Georeferenciado

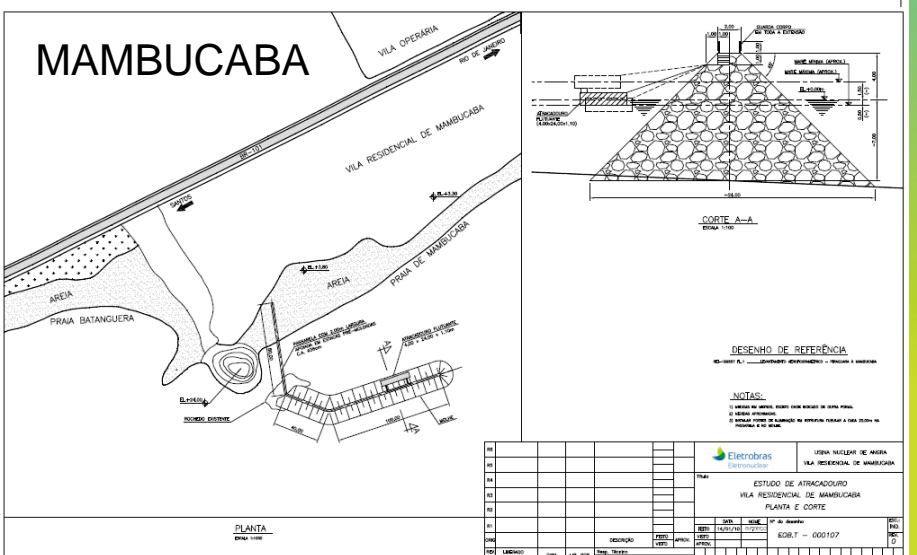
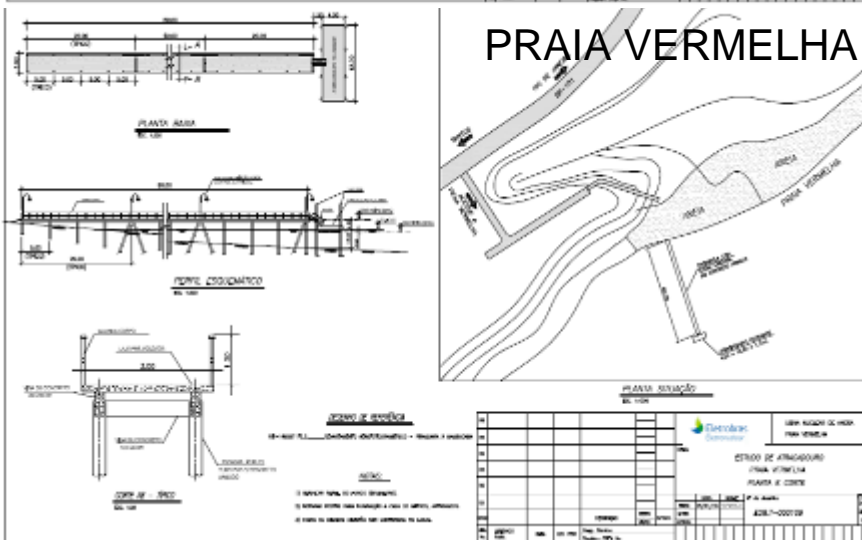
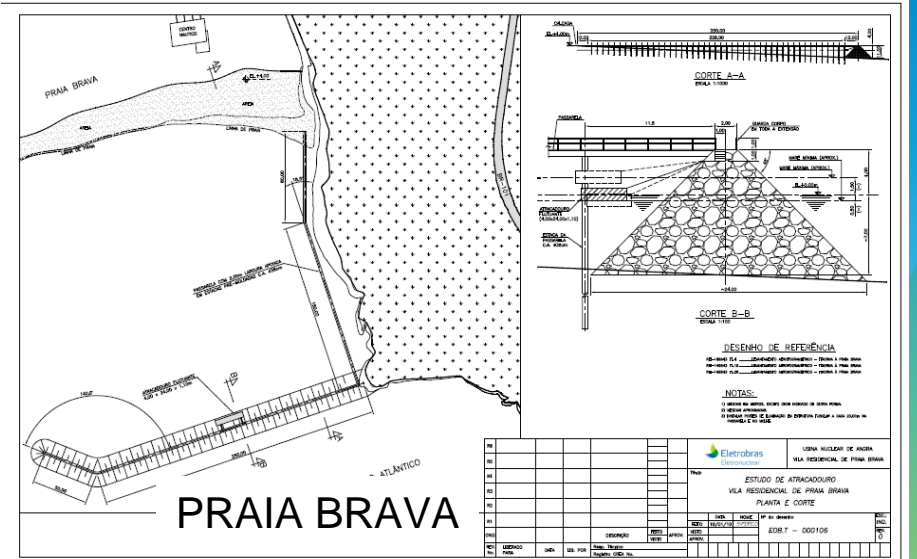
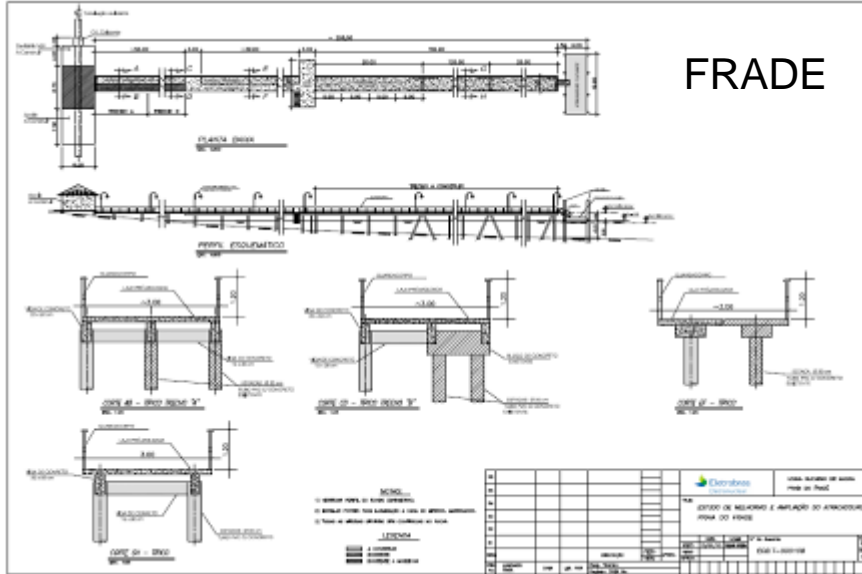


Evacuação Complementar por Mar

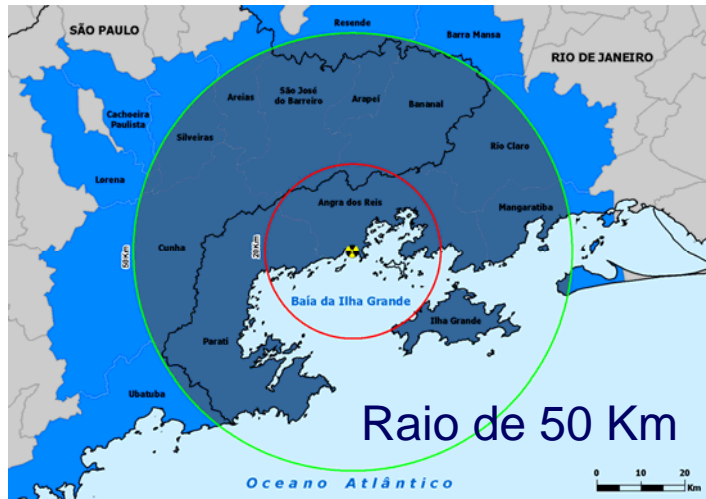
PROJETOS DE CAIS DE EMBARQUE



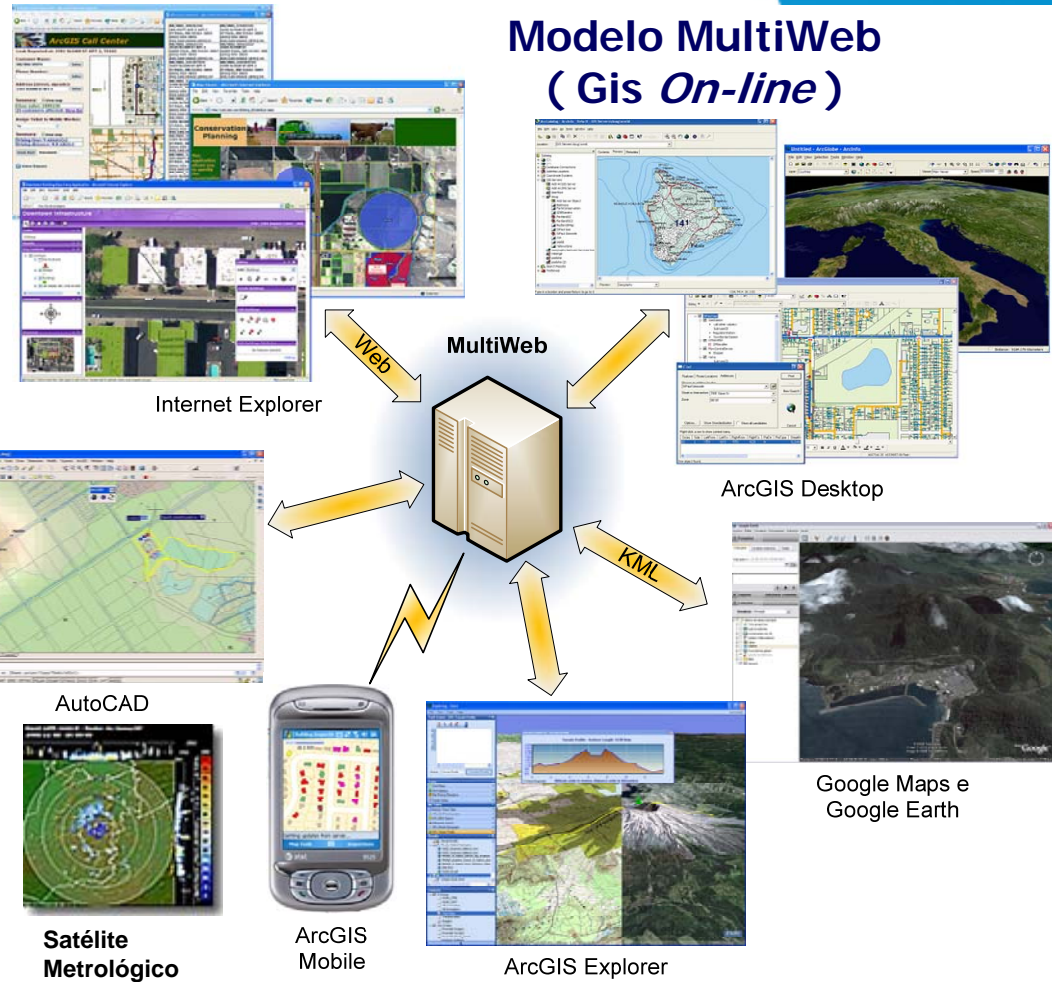
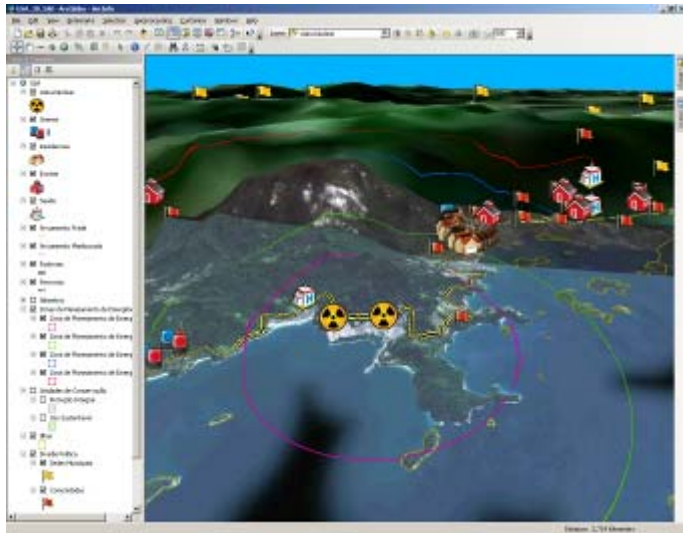
PROJETOS DE CAIS DE EMBARQUE



Sistema de Monitoramento Georeferenciado



MultiMobile (Simulação de Evacuações Populacionais)



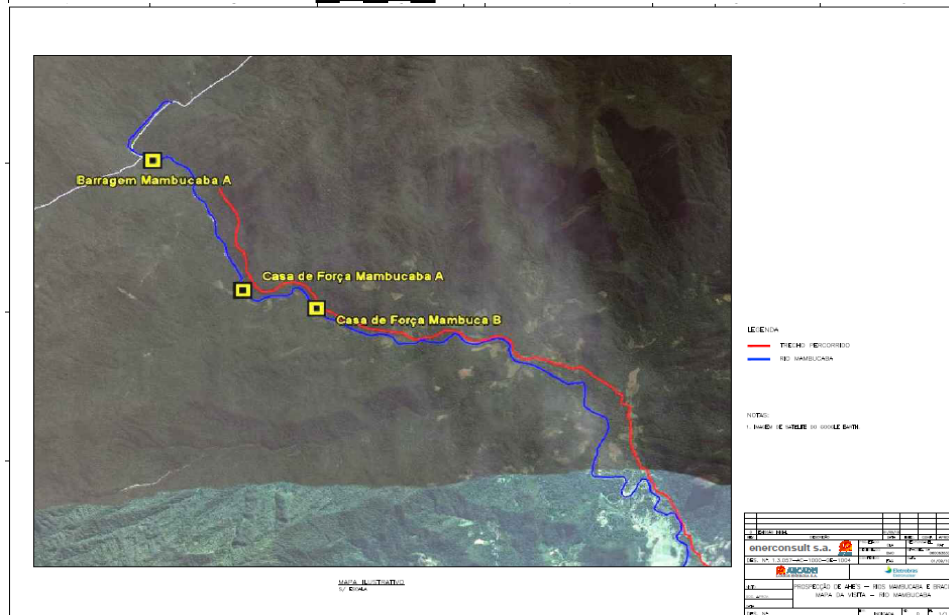
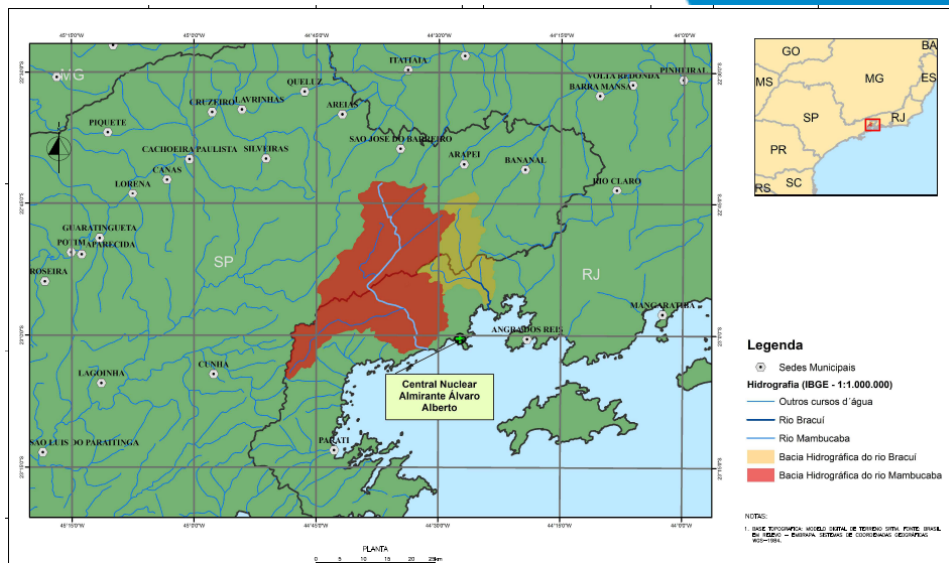
PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA



Estudos de Prospecção de Aproveitamentos Hidrelétricos nas Bacias dos Rios Mambucaba e Bracuí (RJ)



Setembro/2010



FUTURO DA GERAÇÃO NUCLEAR

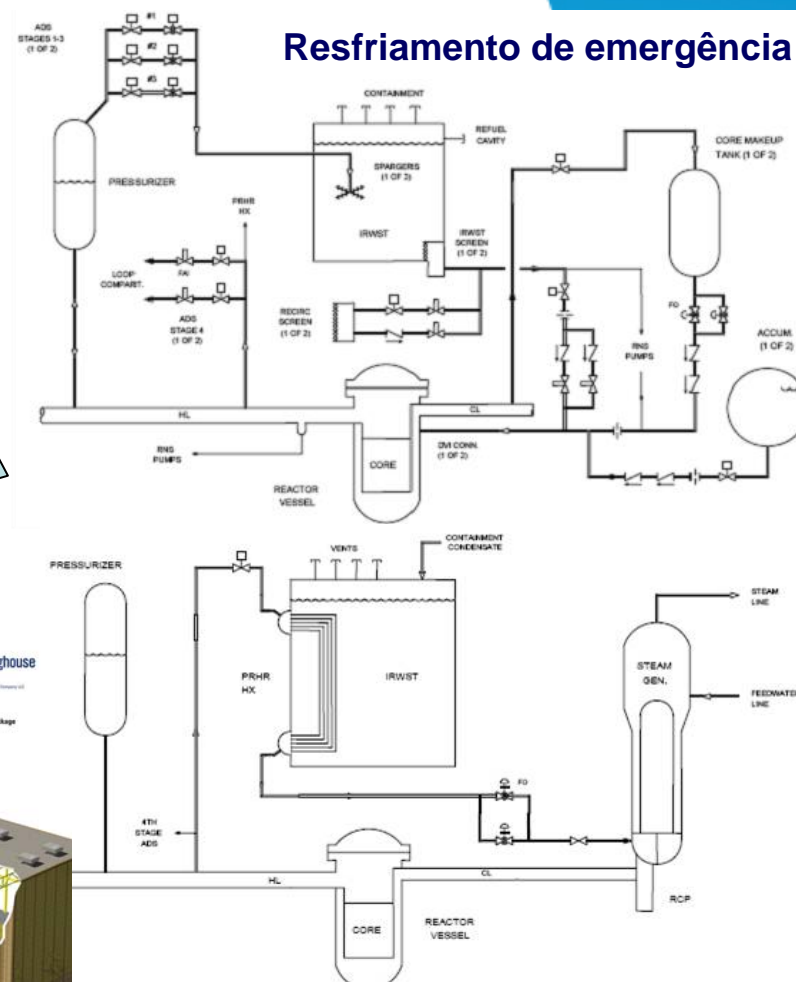
PWR “standard”

Resfriamento de emergência e remoção de calor residual por bombas elétricas



PWR “advanced”

circulação natural sem bombas elétricas

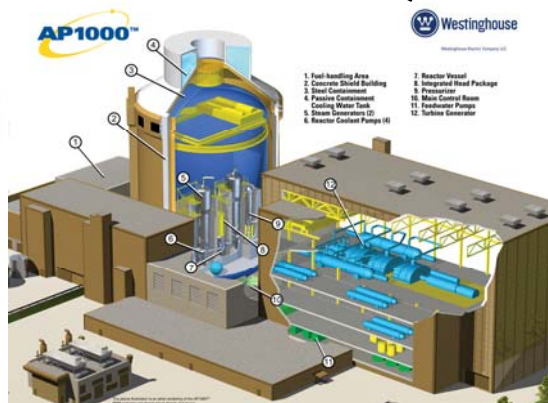


Resfriamento de emergência

Remoção de calor residual



1. CONTENÇÃO DE CONCRETO ARMADO
2. CONTENÇÃO DE AÇO
3. REATOR NUCLEAR
4. GERADOR DE VAPOR
5. PISCINA DE ARMAZENAMENTO DE COMBUSTÍVEL
6. TURBINAS À VAPOR
7. GERADOR DE ELETRICIDADE
8. CONDENSADORES
9. TORRE DE REFRIGERAÇÃO
10. EDIFÍCIO DA ADMINISTRAÇÃO

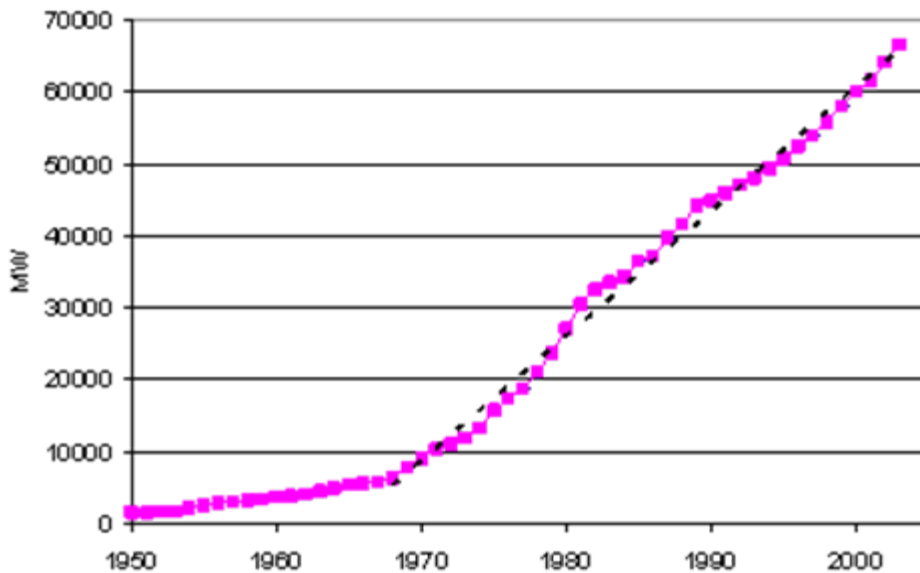


AP1000 Westinghouse

1. Fuel Handling Area
2. Concrete Shield Building
3. Steel Containment
4. Passive Containment Cooling Water Tank
5. Steam Generator (SG)
6. Reactor Coolant Pumps (RCP)
7. Reactor Vessel
8. Integrated Reactor Package
9. Pressurizer
10. Main Control Room
11. Feedwater Pump
12. Turbine Generator

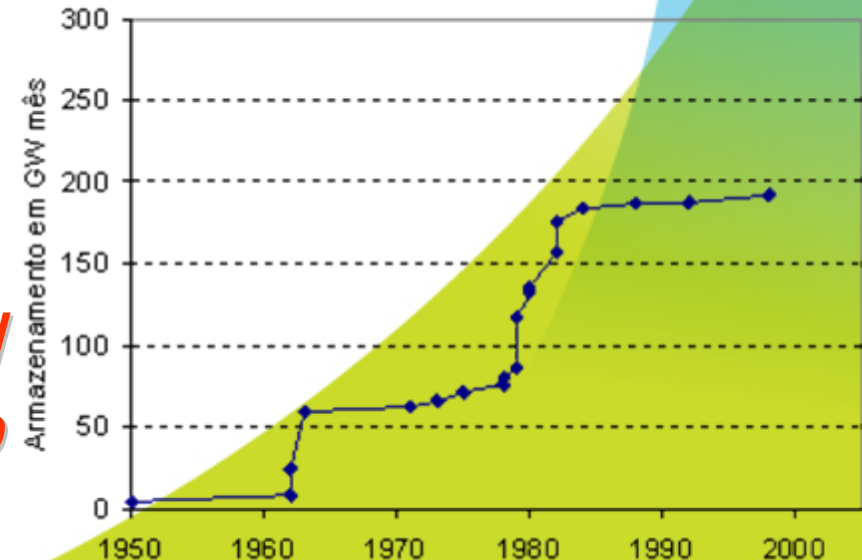
EVOLUÇÃO DA HIDROELETRICIDADE

Potência Hídrica Instalada



*Crescimento da
potência hídrica instalada*

Capacidade de Armazenamento
(Usinas Representando 75% do Armazenamento Total)



*Sem crescimento proporcional
na capacidade de armazenamento*

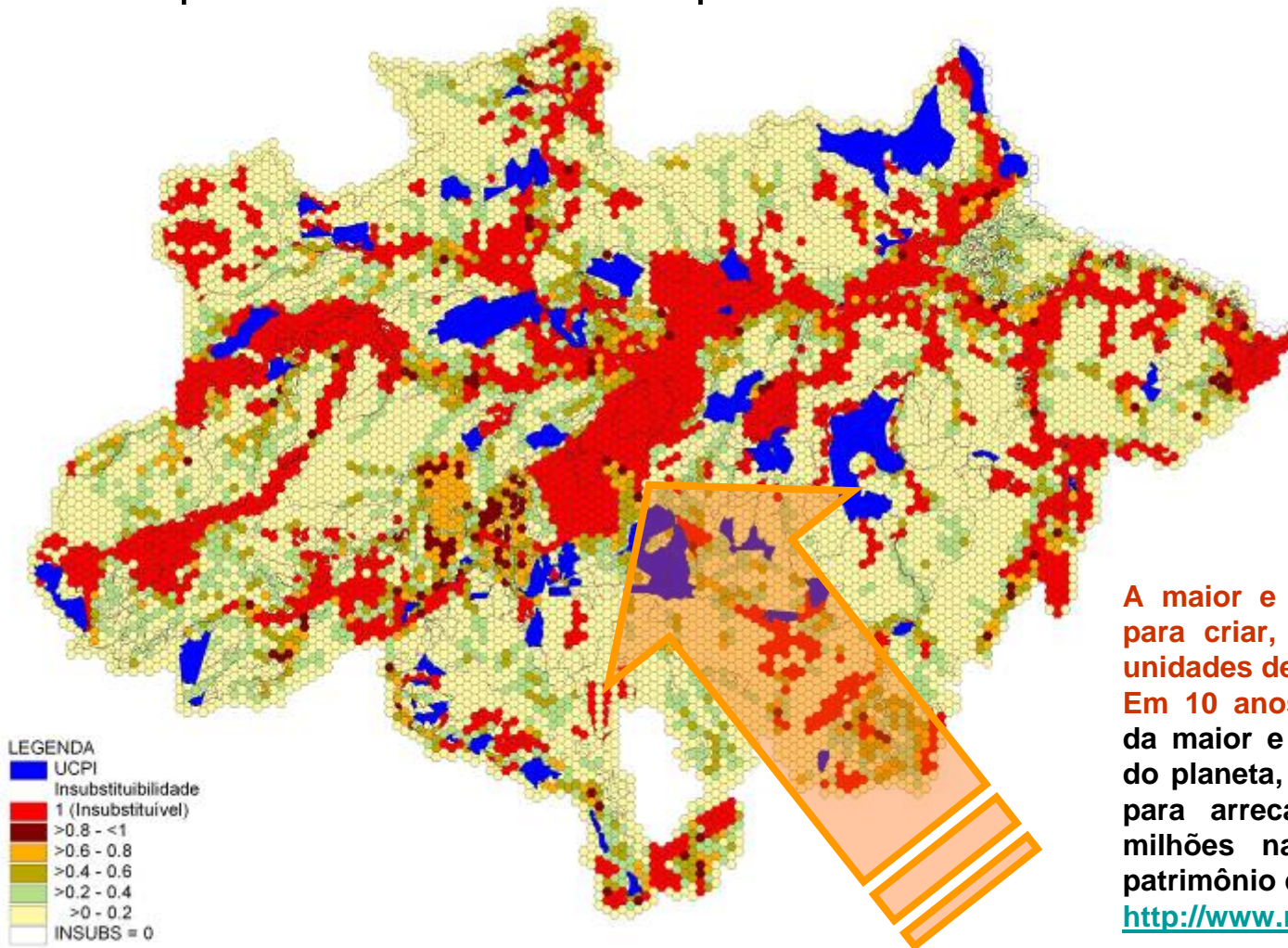
EVOLUÇÃO DA “*CULTURA HIDRELÉTRICA*”



USINA DE IGARAPAVA

EVOLUÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO

"mapa de áreas relevantes para a biodiversidade"



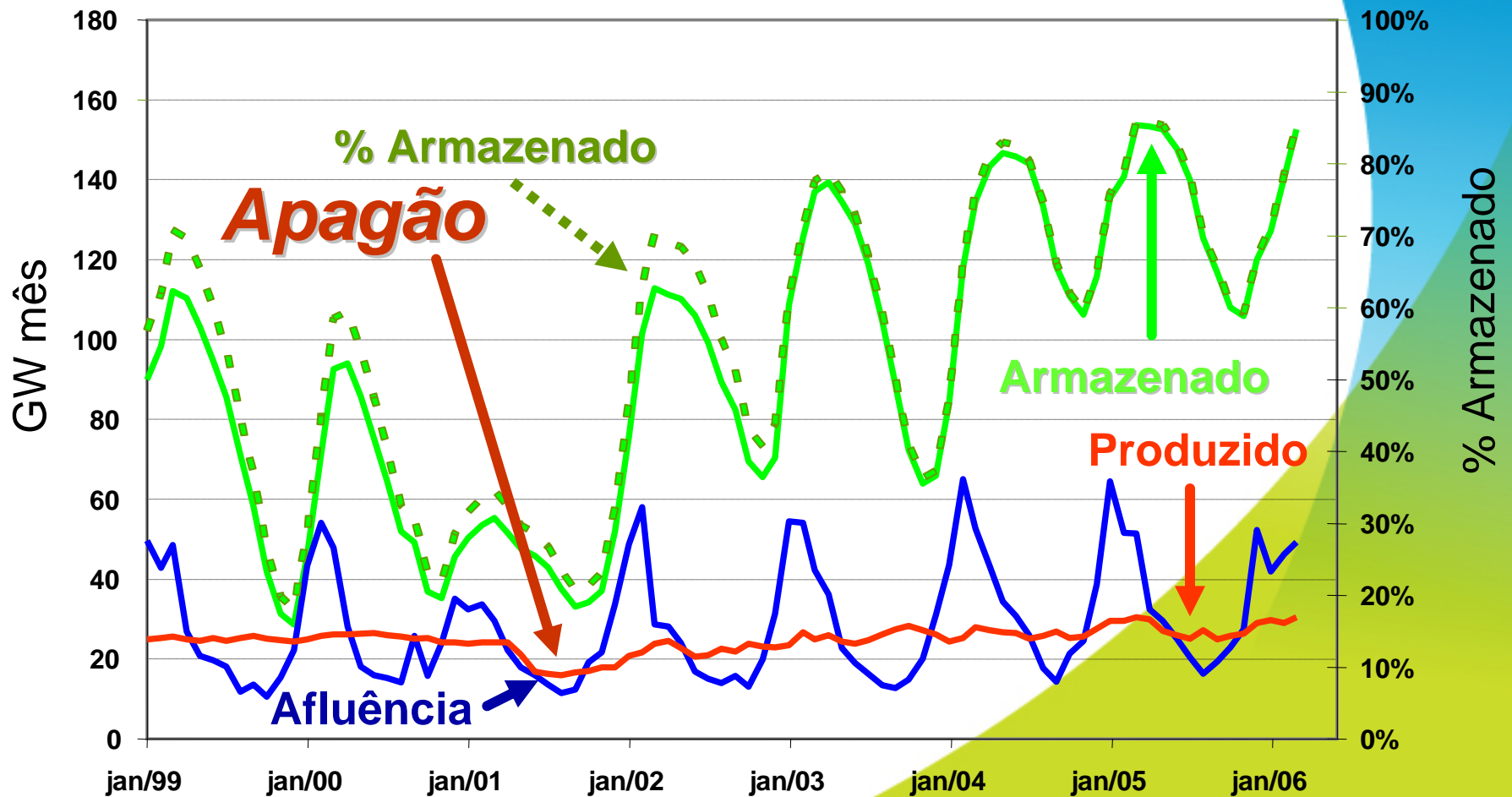
A maior e mais importante iniciativa para criar, implementar e consolidar unidades de conservação

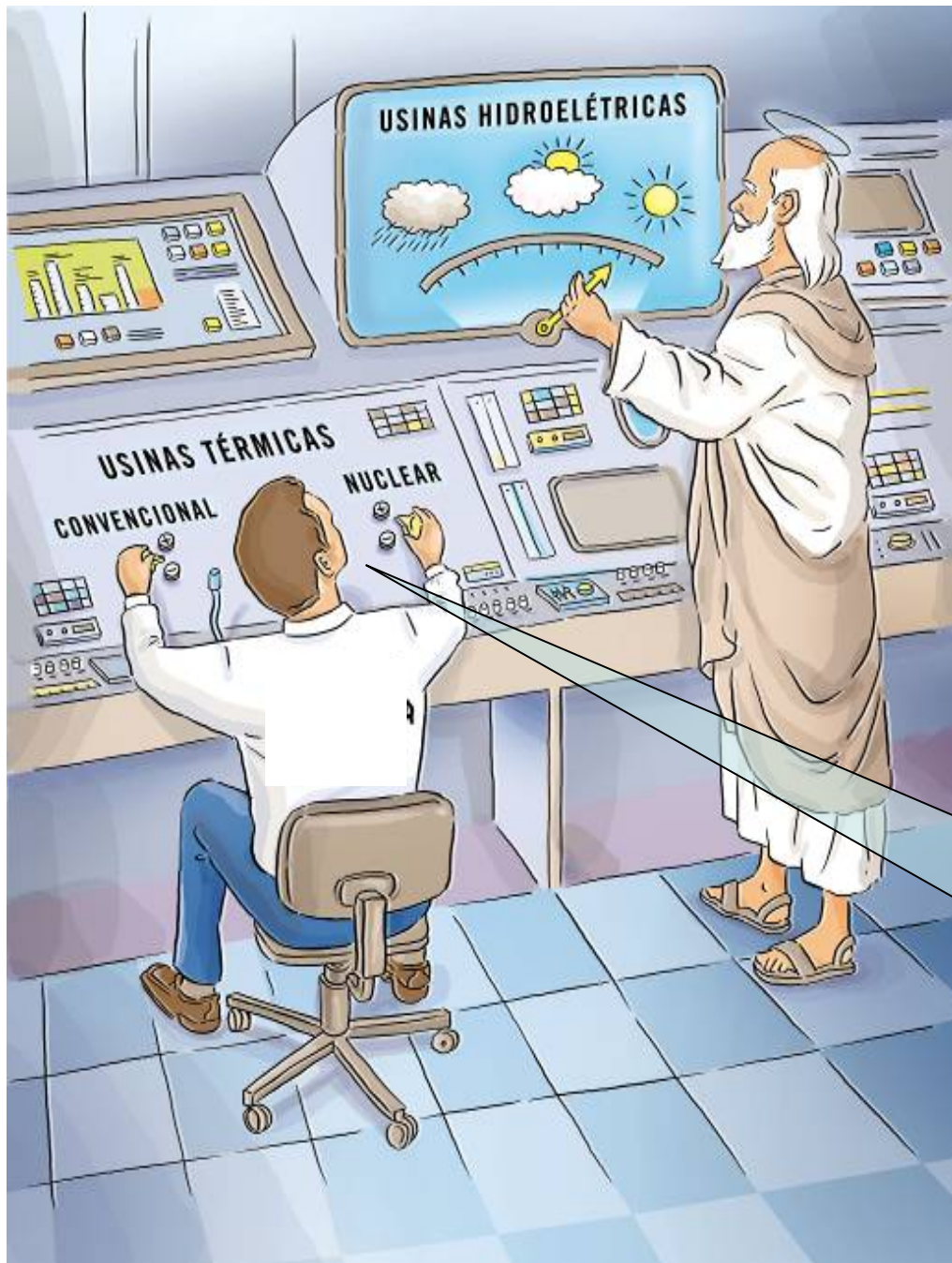
Em 10 anos, 50 milhões de hectares da maior e mais rica floresta tropical do planeta, e parcerias e mecanismos para arrecadar e investir US\$ 400 milhões na conservação do maior patrimônio dos brasileiros

<http://www.mma.gov.br/arpa>

NECESSIDADE DE REGULAÇÃO

Operação do Sistema - SE/CO (parte hidráulica)





CONTROLE PLURIANUAL DA OPERAÇÃO DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

*Haaaa...
se eu tivesse
mais nucleares!*

LIÇÕES APRENDIDAS

Passada a fase acidental que ainda vivemos, a análise técnica profunda do evento levará a muitas outras lições aplicáveis não só as usinas do tipo BWR, mas também às demais usinas em operação, bem com àquelas que estão em projeto e construção, aperfeiçoando a segurança num processo de melhoria contínua.

Isso ocorre sistematicamente na indústria nuclear mesmo para eventos pouco significativos, quanto em mais em eventos severos como o que se vivencia hoje.

Foi assim para os acidentes de Three Miles Island em 1979 nos EUA e de Tchernobyl, na ex-URSS.