

DIRETORIA DE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA NUCLEAR FOCO NO CICLO DO COMBUSTIVEL

FGV- 27 ABRIL 2016

PAULO FERNANDO LAVALLE HEILBRON FILHO
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

O INICIO DA ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL

As explosões atômicas ocorridas no Japão em 1945 e o interesse dos EUA pelos minérios brasileiros (urânio) despertaram atenção do Brasil para essa área.

Em 1946 foi criada uma **Comissão de Estudos e Fiscalização dos Minerais Estratégicos do Brasil** (entre eles o urânio) integrada por cientistas renomados com a colaboração do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM - criado em 1934), **para o controle das exportações de minerais radioativos.**

200 mil
toneladas

de monazita foram retiradas do litoral entre 1889 e 1951, segundo estimativas de especialistas da época, entre exportações legais e clandestinas



<http://especiais.gazetaonline.com.br/bomba/>

A partir da década de 40, acordos oficiais entre Brasil e Estados Unidos consolidaram o que já era feito por empresas privadas sem qualquer controle e fiscalização (LEVAVAM NOSSAS AREIAS MOZATITICAS COMO LASTRO DE NAVIOS)

Getúlio Vargas se comprometeu a enviar a areia monazítica brasileira aos americanos, a preços módicos, como parte da "Política da Boa Vizinhança" entre os dois países.

Em outras negociações, foram trocadas toneladas de areia por trigo americano. Documentos mostram que o acordo favorecia somente a potência americana.

Isso acabou gerando um mal-estar político que culminou com a criação de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) em 1956, para investigar os interesses brasileiros em torno dos acordos com os EUA

AS AREAS MONAZATICAS BRASILEIRAS SÃO RICAS EM URÂNIO E TÓRIO (GUARAPARI-ESPIRITO SANTO)

O INICIO DA ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL

Neste mesmo ano, antes de sua queda, o então Presidente Getúlio Vargas enviou um Almirante chamado Álvaro Alberto da Marinha de Guerra do Brasil aos Estados Unidos da América, com o objetivo de representar o país perante o Conselho de Segurança de Energia Atômica da Comissão da Organização das Nações Unidas que foi criado neste ano (24/01/46) também como consequência das explosões atômicas. Conferência que ficou conhecida como átomos para a paz.

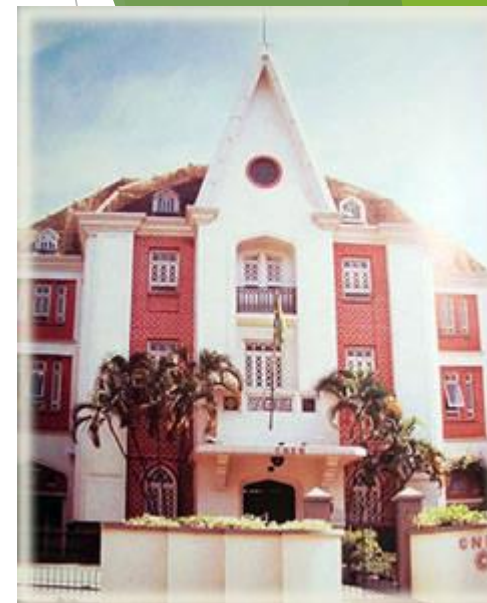
Em sua volta da ONU, o Almirante propôs ao governo, através da Academia Brasileira de Ciências, a criação de um Conselho Nacional de Pesquisas CNPq, sendo que em 1951 o Congresso Nacional, através de Lei (Lei N° 1310, 1951), aprova a criação do Conselho Nacional de Pesquisas cuja primeira presidência foi ocupada pelo próprio Almirante .

O CNPq assumiu a formulação das políticas de ciência e tecnologia no país e a coordenação dessas atividades bem como do controle do monopólio dos minerais nucleares, aprovado através de uma Lei ordinária em 1950.



Em agosto de 1956, o então presidente Juscelino Kubitschek aprovou as **Diretrizes Governamentais para a Política Nacional de Energia Nuclear** que culminaram com criação da **Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)**, desmembrada do CNPq, uma Autarquia Federal criada através de Decreto (**Decreto Federal N° 40.110, 1956**), com sua situação legal atual estabelecida por Lei (**Lei Federal N° 4.118, 1962**), modificada por outras leis (**Leis Federais N° 6.189, 1974 e N° 7.781, 1989**) que basicamente possui as seguintes responsabilidades:

- (I) Atividades de fomento, de desenvolvimento e pesquisa e,
- (II) Atividades voltadas a segurança das instalações que utilizam energia nuclear.





Comissão Nacional de Energia Nuclear

DIRETORIA DE radioproteção e SEGURANÇA NUCLEAR
CICLO DO COMBUSTIVEL E NORM

- Em 1951 o monopólio foi estabelecido no Brasil
- E a CNEN foi criada em 1956 e controle do monopólio passou a ser atribuição legal da CNEN



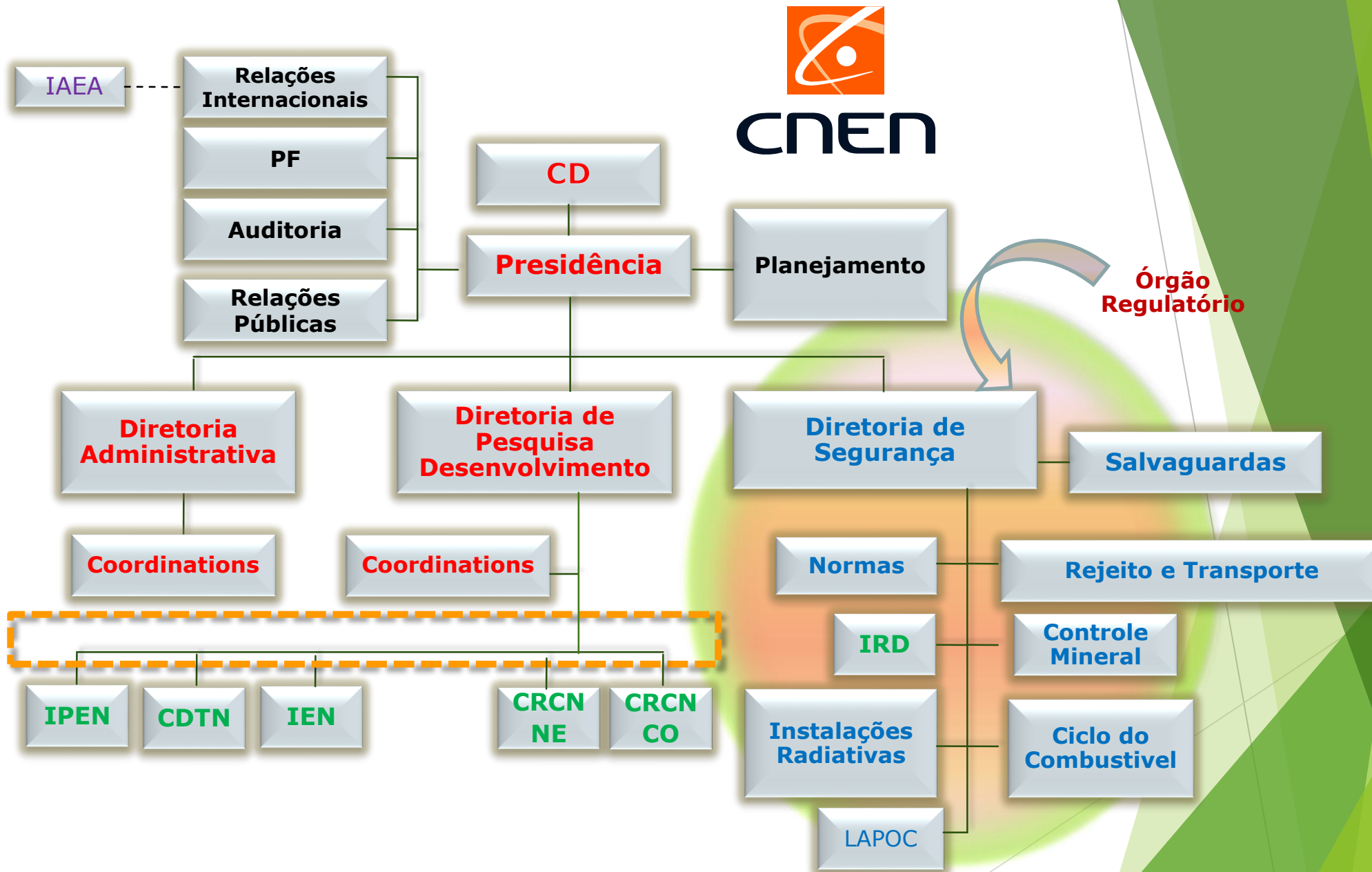
PAULO FERNANDO LAVALLE HEILBRON FILHO-DIRETOR
DRS-CNEN

MONOPÓLIO LEGAL

Lei Nº 4118/62 - Dispõe sobre a Política Nacional de Energia Nuclear e cria a CNEN.

ARTIGO 1º - Constituem monopólio da União:

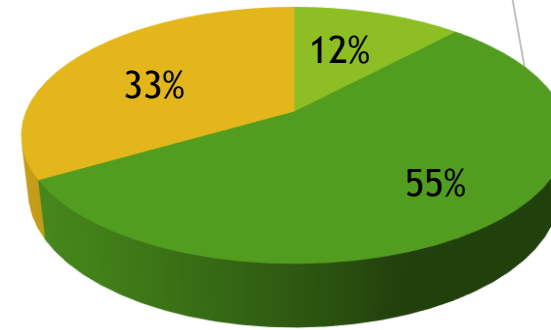
- I - A pesquisa e lavra das jazidas de minérios nucleares localizados no Território Nacional;
- II - O comércio dos minérios nucleares e seus concentrados; dos elementos nucleares e seus compostos; dos materiais físséis e férteis naturais; dos radioisótopos artificiais e substâncias radioativas das três séries dos subprodutos nucleares;
- III- A produção de materiais nucleares e suas industrializações.



CNEN's Staff

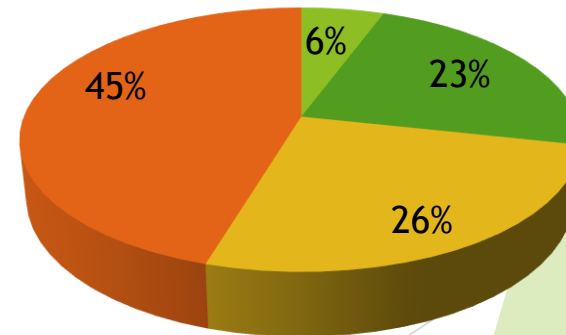
Empregados 2,173

PESQUISADORES	260
TECNOLOGISTAS	1,185
ADMINISTRATIVOS	724



Titulação 1,155

Graduados	65
Especialização	263
M. Sc.	303
D. Sc.	524



LICENCIAMENTO DE REATORES

NORMAS PARA ESCOLHA DE LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DE REATORES DE POTÊNCIA -Resolução CNEN 09/69- Junho / 1969

CAPÍTULO I - DAS FINALIDADES

CAPÍTULO II - DOS OBJETIVOS

CAPÍTULO III - DAS DEFINIÇÕES

CAPÍTULO IV - DOS FATORES PARA AVALIAÇÃO DE LOCAIS

CAPÍTULO V - DA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXCLUSÃO, ZONA DE BAIXA POPULAÇÃO E DISTÂNCIAS AO CENTRO DE POPULAÇÃO

CAPÍTULO IV - DOS FATORES PARA AVALIAÇÃO DE LOCAIS

Art. 13 Na avaliação de locais para instalação de reatores de potência serão tomados em consideração, fatores relacionados às características gerais do projeto do reator, bem como a características peculiares aos locais considerados.

Art. 14 Os reatores considerados deverão apresentar uma probabilidade, extremamente baixa, de acidentes que poderiam resultar na liberação de produtos de fissão radioativos em quantidades significativas.

Art. 15 A CNEN tomará em consideração os seguintes fatores para a aceitação de um local para instalação de um reator de potência:

§ 1º - **As características gerais do projeto e da operação do reator proposto, incluindo;**

Alínea a. O emprego pretendido para o reator, o nível máximo de potência proposto e a natureza e o inventário dos materiais radioativos nele contidos

Alínea b. A existência de itens no projeto do reator não atendendo às normas técnicas vigentes.

Alínea c. A incorporação ao reator de características especiais que possam ter relação significativa com a probabilidade ou com as conseqüências de uma liberação acidental de materiais radioativos.

Alínea d. As características de segurança que serão incluídas no reator e os sistemas de contenção que evitarão a liberação de material radioativo.

§ 2º - **A distribuição de população, as vias de acesso existentes ou propostas, características de utilização das cercanias do local proposto e a distância aos centros de população.**

§ 3º - **As características físicas do local, incluindo sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia.**

Alínea a. Serão consideradas as condições sismológicas do local, tais como possibilidade de terremotos, acomodações do terreno, etc..

Alínea b. Serão consideradas as condições meteorológicas no local e nas áreas vizinhas.

Alínea c. Características geológicas e hidrológicas do local proposto podem ter influência nas conseqüências de um escape de material radioativo do reator. Deverão ser tomadas precauções especiais se o reator tiver que ser localizado num lugar em que uma quantidade significativa de efluentes radiativos poderia, acidentalmente, atingir sistemas hidrológicos próximos ou ter acesso fácil às águas subterrâneas.

Alínea d. No caso em que características físicas desfavoráveis para a localização de um reator de potência existam no local proposto, este poderá, no entanto, ser considerado aceitável, se o projeto do reator incluir seguranças de engenharia adequadas e apropriadas que compensem as deficiências físicas do local.

CAPÍTULO V - DA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXCLUSÃO, ZONA DE BAIXA POPULAÇÃO E DISTÂNCIAS AO CENTRO DE POPULAÇÃO

Art. 16 A determinação dos valores numéricos deve obedecer aos seguintes procedimentos:

§ 1 - **Área de exclusão** - a dose total de radiação de corpo inteiro não pode exceder de 0,25 Sv (25 r.e.m). e a dose total de radiação por inalação de iodo-131 na tiróide não pode exceder de 3 Sv (300 r.e.m.) para um indivíduo situado em um ponto sobre a linha limítrofe externa. O tempo de irradiação é de duas horas, contadas a partir do início do acidente máximo postulado.

§ 2 - **Zona de baixa população** - as mesmas doses, estabelecidas no parágrafo anterior, não seriam excedidas para um indivíduo situado sobre um ponto de sua linha limítrofe, durante todo o período de passagem da nuvem radiativa resultante da liberação de produtos de fissão devida ao acidente máximo postulado.

§ 3 - **Distância ao centro de população** - é uma distância igual a, pelo menos, $1 \frac{1}{3}$ a distância do reator ao limite exterior da zona de baixa população. Tendo em vista a dose total integrada para toda a população, no caso de grandes cidades, uma distância maior pode ser necessária.

Norma CNEN NE 1.04 -LICENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES NUCLEARES- Resolução CNEN 15/02 -Dezembro / 2002

O processo estabelecido nesta Norma se aplica às atividades relacionadas com a localização, construção e operação de *instalações nucleares*, abrangendo as seguintes etapas:

- *Aprovação do Local;*
- *Licença de Construção (total ou parcial);*
- *Autorização para Utilização de Materiais Nucleares;*
- *Autorização para Operação Inicial;*
- *Autorização para Operação Permanente;*
- *Cancelamento de Autorização para Operação.*

LICENCIAMENTO NUCLEAR



▶ INTERFACE COM O IBAMA



5. APROVAÇÃO DO LOCAL

5.1 INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS

O requerimento de *Aprovação do Local* deve ser submetido à *CNEN* acompanhado de 10 (dez) exemplares de um “Relatório do Local”, incluindo, no mínimo, as informações especificadas nos itens 5.1.1 a 5.1.6.

5.1.1 Características gerais de projeto e de operação da *instalação* proposta, abrangendo:

- a) emprego pretendido;
- b) capacidade nominal;
- c) natureza e inventário dos *materiais radioativos* a serem contidos;
- d) características especiais que possam ter relação significativa com a probabilidade ou com as conseqüências de uma liberação acidental de *material radioativo*;
- e) características de *segurança* que serão incluídas e os sistemas de contenção previstos para evitar a liberação de *material radioativo* ou de radiação;
- f) adoção, no caso de *usina nucleoeletrica*, de uma *usina* de referência tomada como base, de mesma ordem de potência, com as seguintes características: - estar localizada e licenciada para construção, no Brasil ou no país do principal fornecedor; - entrar em operação com antecipação suficiente para permitir o aproveitamento da experiência nos *testes pré-operacionais* e na *operação inicial*.

5.1.2 Distribuição de população, vias de acesso existentes e propostas, características de utilização das cercanias e distâncias aos centros de população.

5.1.3 Características físicas do local, incluindo sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia.

5.1.4 A análise preliminar do potencial de influência no meio ambiente em decorrência da construção da *instalação* e da sua *operação normal* e em casos de acidentes.

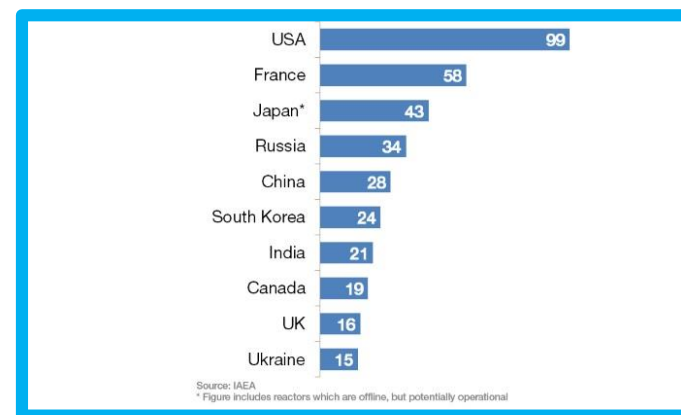
5.1.5 Programa preliminar de monitoração ambiental pré-operacional.

5.1.6 Outras informações requeridas por normas relativas à localização de *instalações*, baixadas pela *CNEN*.

Angra 1 - 657 MWe gross/626 MW net, 2-loop PWR
Angra 2- 1345 MWe gross /1275 MW net, 4-loop PWR
Angra 3 - 1312 MWe gross/1229 MW net, 4-loop PWR.



ENERGIA NUCLEAR NO MUNDO



Fabricação de Combustível INB

Capacidade atual é 165 t/year de UO_2 em pó, e 120 t/year of UO_2 em pastilhas

Capacidade de fabricação de combustível de 240 t/y de Uranio.



O CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR



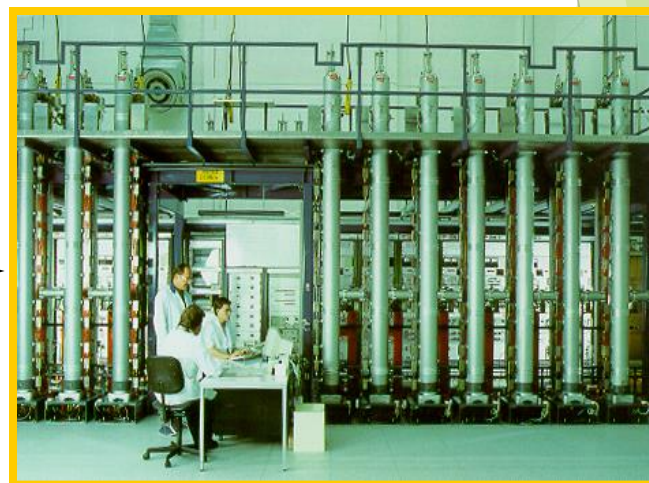
Em operação em ??? em Resende-RJ

Já em operação em Resende-RJ

12

Dependência internacional do Brasil

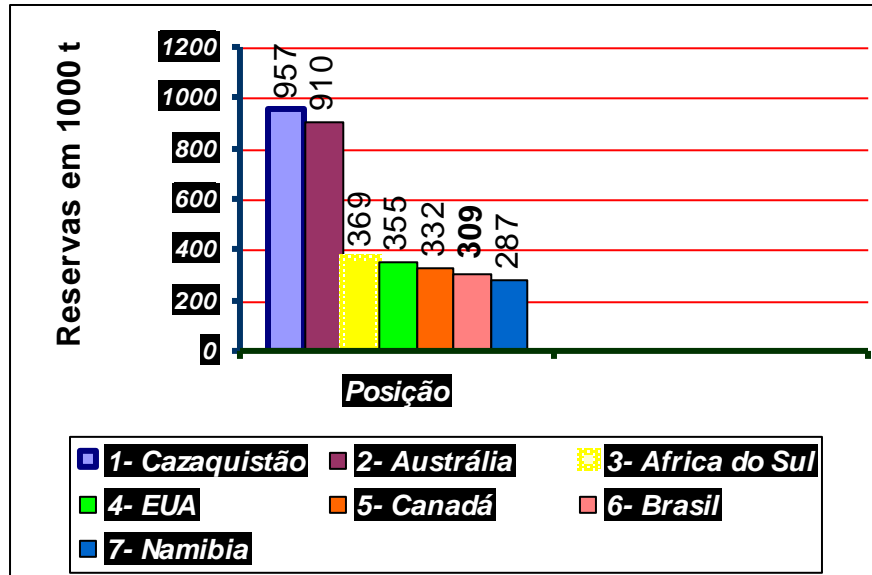
	NUKEM –CANADA CAMECO	CONVERSÃO
Angra I	US\$ 1.120.000,00	125 Ton Urânio
Angra II	US\$ 1.910.000,00	215 Ton Urânio
	URENCO	ENRIQUECIMENTO ISOTÓPICO (AL-GB-HO)
Angra I	US\$ 10.510.000,00	82 T
Angra II	US\$ 17.590.000,00	140 T



Mina de urânio de Caetité



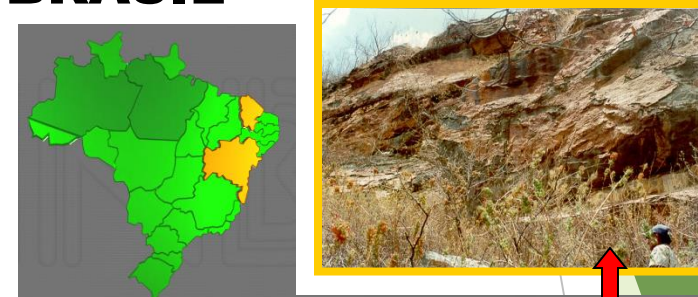
URÂNIO NO BRASIL



- 7 países possuem 77% das reservas mundiais (3.519×10^3 t)
- Demais países possuem 1.069×10^3 t
- Brasil (1/3 do território prospectado)

DEPOSITOS	MEDIDAS E INDICADAS	INFERIDAS	TOTAL
LAG. REAL CAETITE (BA)	94.000	6.700	100.770
ITATAIA (CE)	91.200	51.300	142.500
OUTRAS	39.500	26.600	66.100
TOTAL	224.700	84.670	309.370

Reator	Núcleo	Recarga	Produção U
Angra 1	121 EC	40 EC	128t U
Angra 2	193 EC	64 EC	280t U

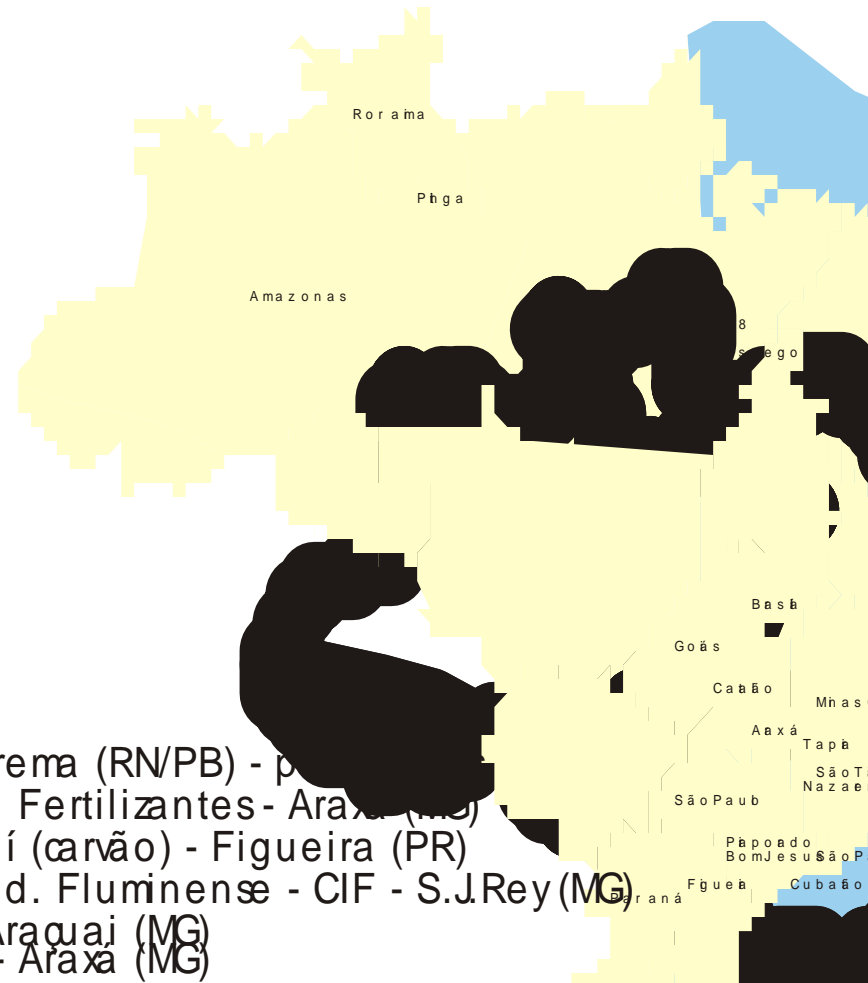


Produção atual: 400 t/ano U_3O_8
 Previsão com ANG.3: 800t/a U_3O_8
 3200MW

NORM/TENORM DA EXPLORAÇÃO MÍNERO-INDUSTRIAL

NORM-TENORM

LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES MÍNIMO-INDUSTRIAIS



- Borborema (RN/PB) - p...
- Bunge Fertilizantes - Araxá (MG)
- Cambuí (carvão) - Figueira (PR)
- Cia. Ind. Fluminense - CIF - S.J.Rey (MG)
- CBL - Aracuai (MG)
- CBMM - Araxá (MG)

Urânio do Brasil

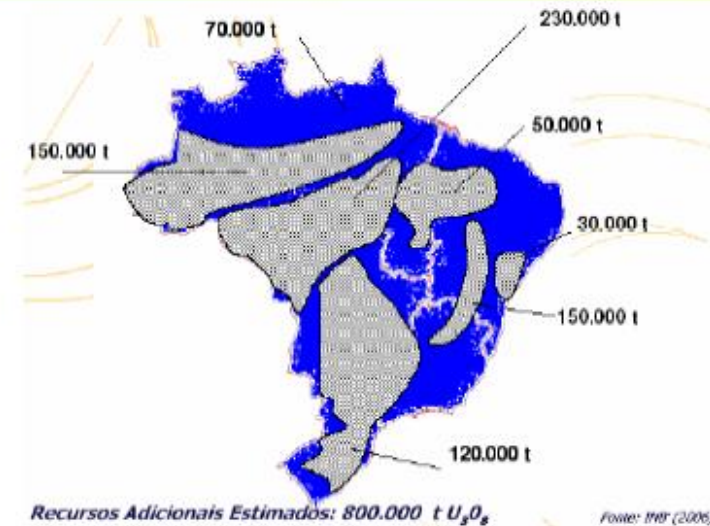


RECURSOS NACIONAIS DE URÂNIO

309 mil toneladas equivalem a:

- Dobro das reservas de gás da Bolívia
- 238 anos de operação do **GASBOL**
 - capacidade de 25 milhões de m³ / dia
- 40 anos de operação do projeto **GASVEN**
 - capacidade de 150 milhões de m³ / dia

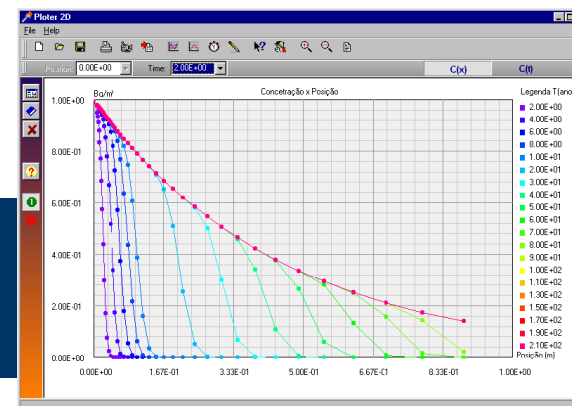
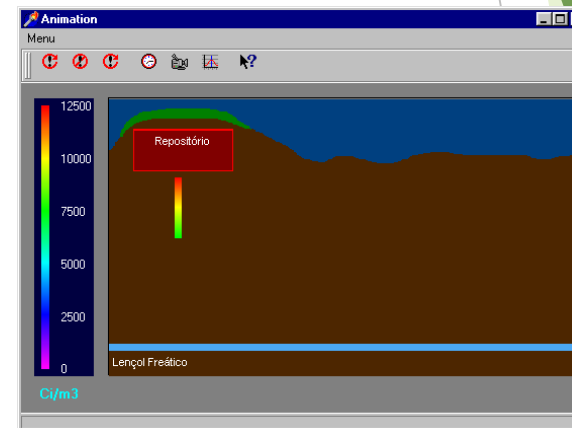
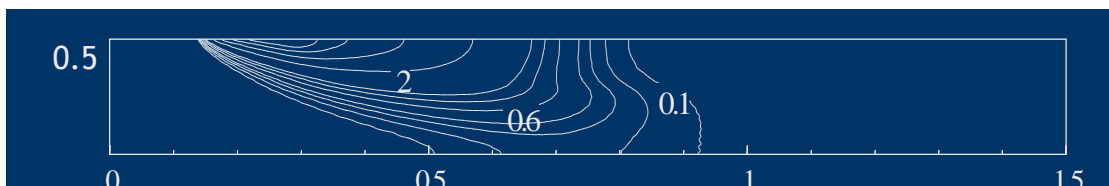
URÂNIO: RECURSOS POTENCIAIS



DEMANDA BRASILEIRA de TON de U₃O₈ EM 60 ANOS PARA ANGRA1, 2, 3 + 2 Reatores ESTIMADO EM 90 000 TON. (Fonte INB)

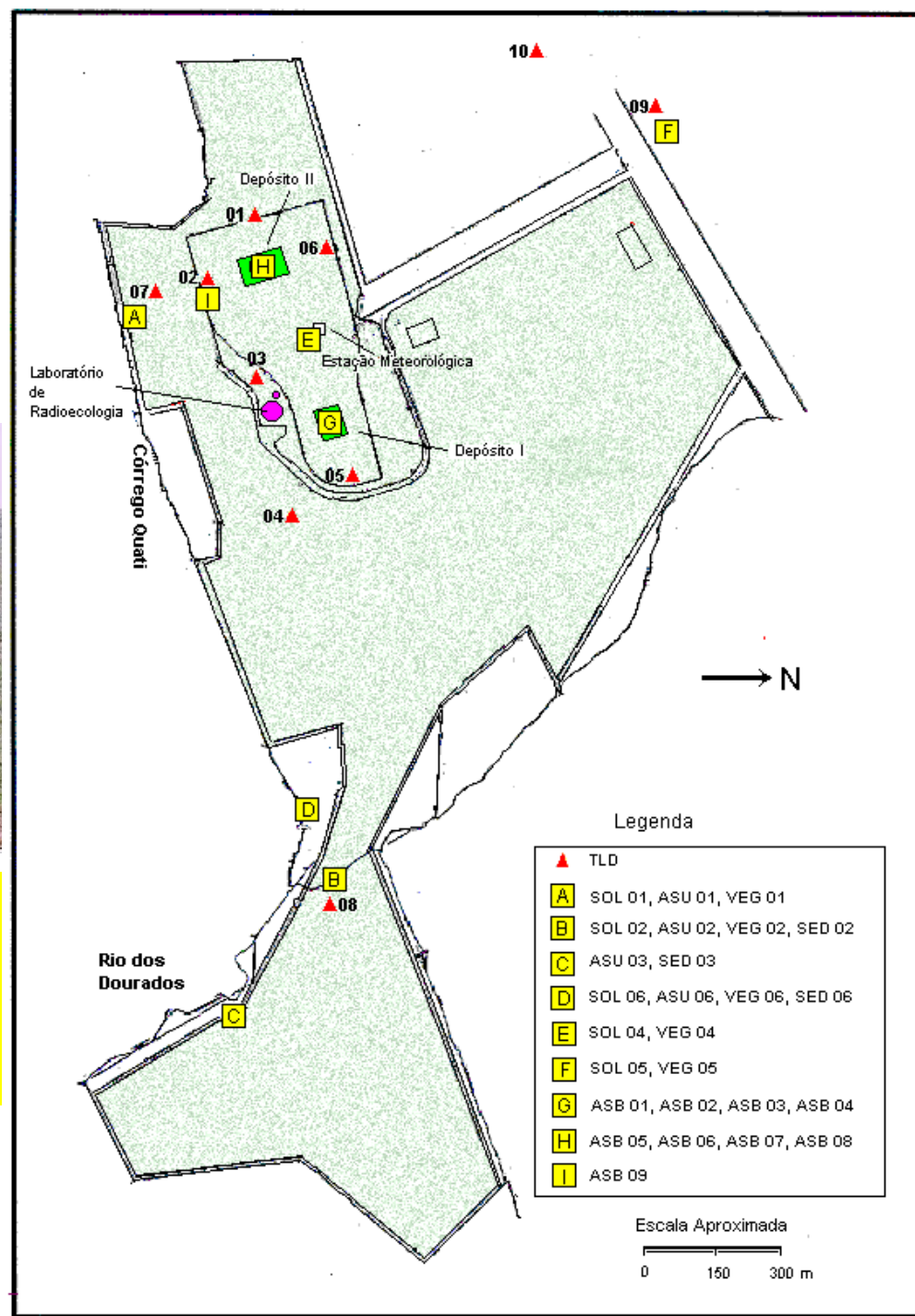
O REPOSITÓRIO DE GOIÂNIA

Avaliação de Segurança





PLANO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL



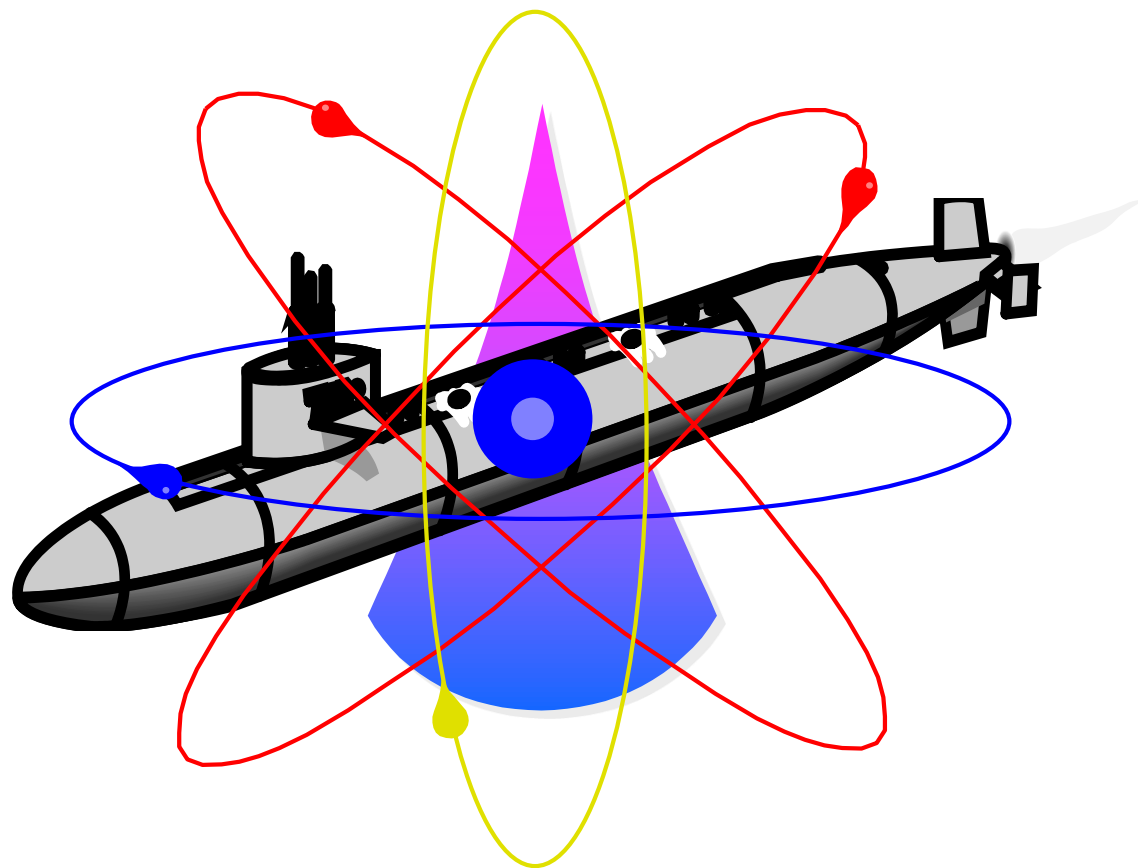
GRANDES PROJETOS

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a dynamic, layered effect. The rest of the background is plain white.

REATOR MULTIPROPÓSITO

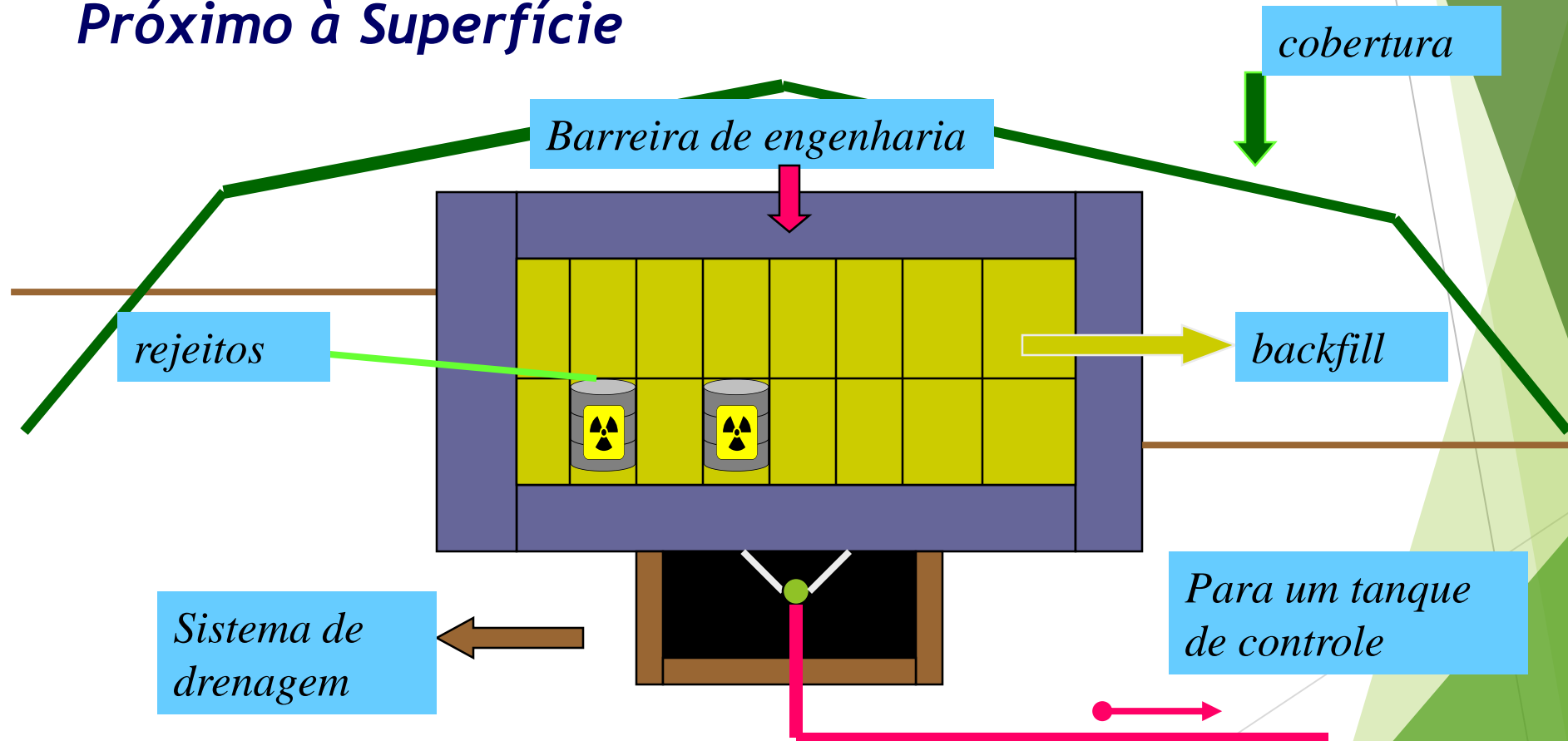


SUBMARINO



CONSTRUÇÃO DO REPOSITÓRIO NACIONAL

Características Básicas de um Projeto de Depósito Próximo à Superfície



CONSTRUÇÃO DO REPOSITÓRIO NACIONAL

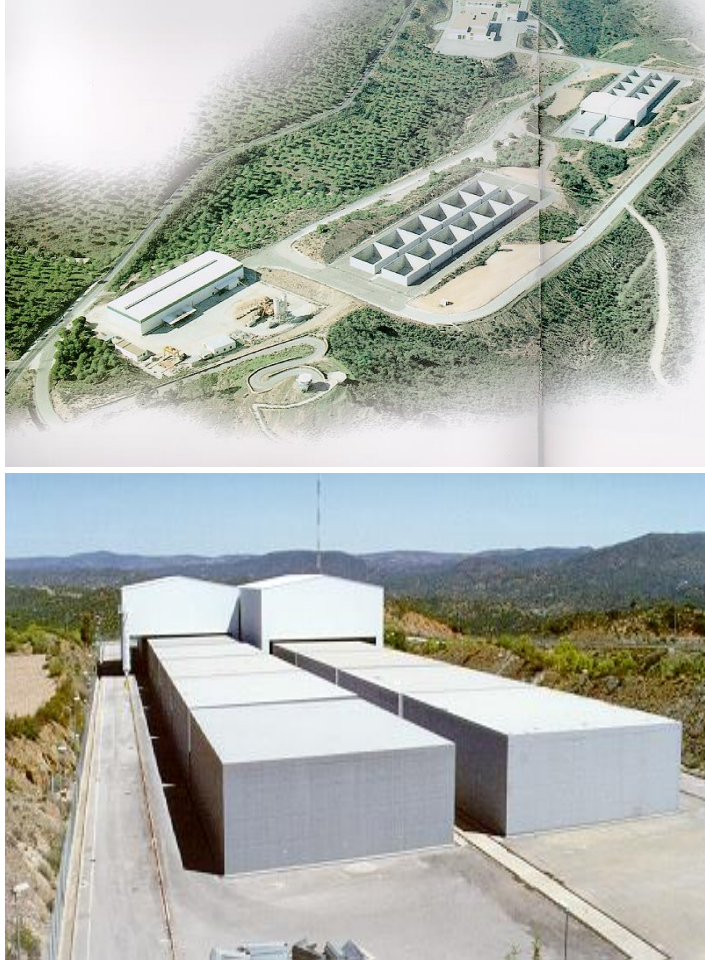
Características Básicas de um Projeto de Depósito Próximo à Superfície



Sistema MULTI-BARREIRAS:

- Matriz Sólida;
- Embalagens;
- Barreiras de Engenharia;
- Geologia.

EL CABRIL ESPANHA



PRINCIPAIS BASES DE PROJETO

- 28 CELS (24 x 19 x 10 x 0,50 m Esp)
- TERREMOTO DE 7.8 A 8 (MERCALLI)
- ACELERAÇÃO HORIZONTAL DE 0,24 g
- ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DE 600 mm/ano
- PERCOLAÇÃO ASSUMIDA DE 1,5 mm/ano (300 ANOS), APÓS, INCREMENTO DE 10 %/ano, ATÉ 600 mm/ano
- LIMITE DE DOSE DE 0,1 mSv/ano
- CONTROLE DE INTRUSÃO POR 300 ANOS
- ALARA
- **POSSIBILIDADE DE INTERVENÇÃO**
- CARACTERÍSTICAS DO REJEITO

OBRIGADO