

# **Eletrobras Termonuclear S.A.**

## **Grandes Manutenções Durante a Pandemia**

**Parada 2P16 de Angra 2 em Junho de 2020**

**João Carlos da Cunha Bastos**  
**Diretor de Operação e Comercialização**

**Angra dos Reis, 17 de Novembro de 2020**

# Disclaimer

Esta apresentação pode conter **estimativas e projeções** que **não são declarações de fatos corridos no passado** mas refletem **crenças e expectativas de nossa administração** e podem constituir estimativas e projeções sobre **eventos futuros** de acordo com Seção 27A do Securities Act de 1933, conforme alterado, e Seção 21E do Securities and Exchange Act de 1934, conforme alterado.

As palavras “acredita”, “poderá”, “pode”, “estima”, “continua”, “antecipa”, “pretende”, “espera” e similares têm por objetivo identificar

**estimativas que necessariamente envolvem riscos e incertezas, conhecidos ou não.**

**Riscos e incertezas** conhecidos incluem, mas não se limitam a: **condições econômicas, regulatórias, políticas e comerciais** gerais no Brasil e no exterior, **variações nas taxas de juros, inflação e valor do Real, mudanças nos volumes e padrão de uso de energia elétrica** pelo consumidor, **condições competitivas**, nosso nível de **endividamento**, a possibilidade de recebermos **pagamentos**

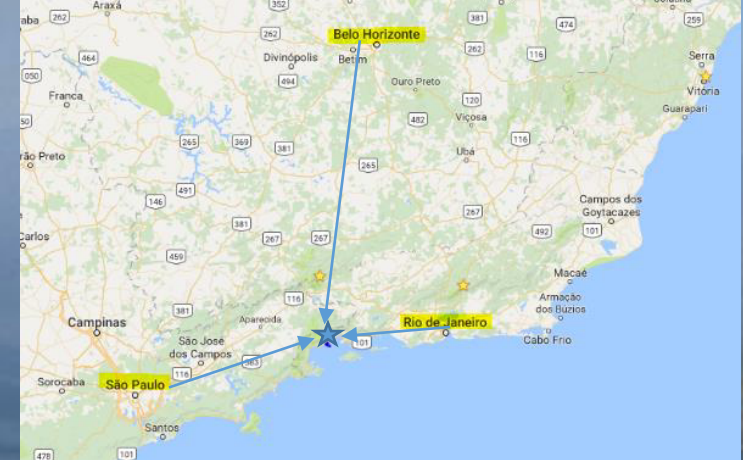
**relacionados a nossos recebíveis, mudanças nos níveis de chuvas e de água** nos reservatórios usados para operar nossas hidrelétricas, nossos **planos de financiamento e investimento de capital, regulamentações governamentais** existentes e futuras, e outros riscos descritos em nosso relatório anual e outros documentos registrados perante CVM e SEC.

**Estimativas e projeções referem-se apenas à data em que foram expressas** e não assumimos **nenhuma obrigação de atualizar quaisquer dessas estimativas ou**

**projeções** em razão da ocorrência de nova informação ou eventos futuros. Os resultados futuros das operações e iniciativas das Companhias podem diferir das expectativas atuais e **o investidor não deve se basear exclusivamente nas informações aqui contidas.**

Este material contém **cálculos que podem não refletir resultados precisos devido a arredondamentos realizados.**

# Localização



Angra 1 NPP  
PWR 640MW  
Technology: Westinghouse  
Commercial Operation: January 1985

Angra 2 NPP  
PWR 1350MW  
Technology: KWU/Siemens  
Commercial Operation: February 2001

Angra 3 NPP  
PWR 1405MW  
Technology: KWU/Siemens/AREVA  
Estimated initial operation: 2022



# O ciclo do combustível nuclear

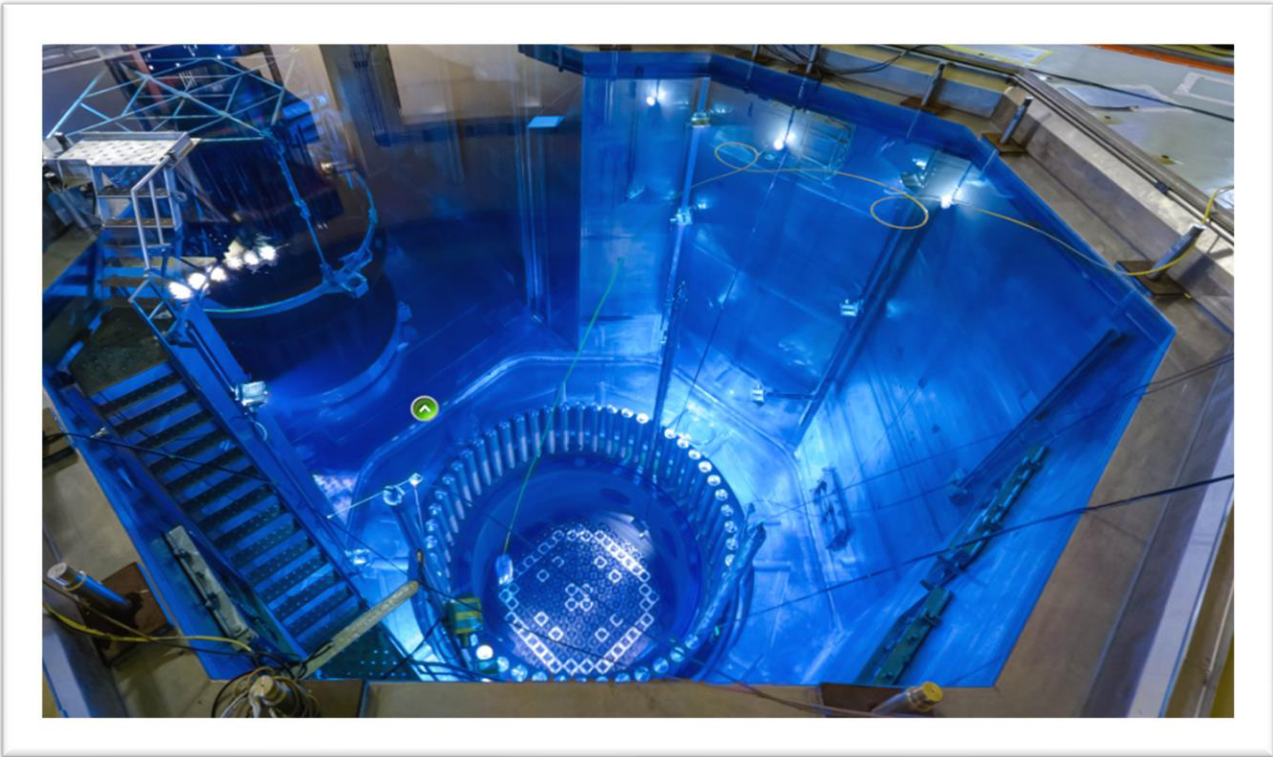
O Ciclo de Combustível Angra 2 é de 12 meses. Por este motivo a cada ano é efetuado o recarregamento do núcleo do reator.

A duração do ciclo pode ser estendida por cerca de 30 dias, em uma operação chamada de alongamento (stretch out). O que permite fazer algum ajuste na programação das Paradas. Esta estratégia já vem sendo realizada para ganho de margem em relação a data de entrada em operação da UAS – Unidade de Armazenamento a Seco, em fase de construção, que irá receber os Elementos Combustíveis usados de Angra 1 e 2.

A data de início da Parada 2P16 já contemplava o alongamento de ciclo, não sendo, portanto, possível estendê-lo ainda mais para uma época mais conveniente.

Com o esgotamento do combustível nuclear a Usina teria que permanecer desligada sem gerar energia elétrica para o SIN - Sistema Interligado Nacional, implicando em risco para o sistema em um período crítico para o país.

# Parada para Reabastecimento de Combustível



# Escopo das Parada para reabastecimento de combustível

Reabastecimento de Combustível

Testes; ISI; Tech Spec; Surveillances

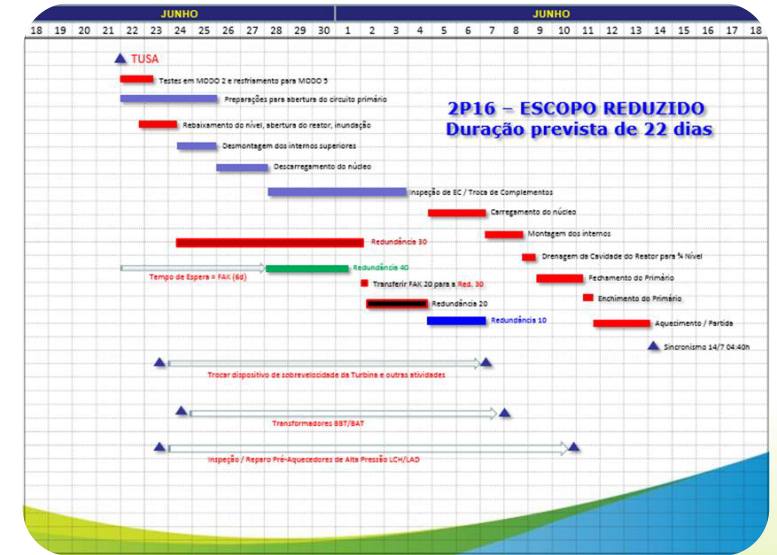
Manutenção Corretiva, Eletiva e Preventiva

Implementação de Modificações de Projeto

Ações requeridas pelo Órgão Regulador

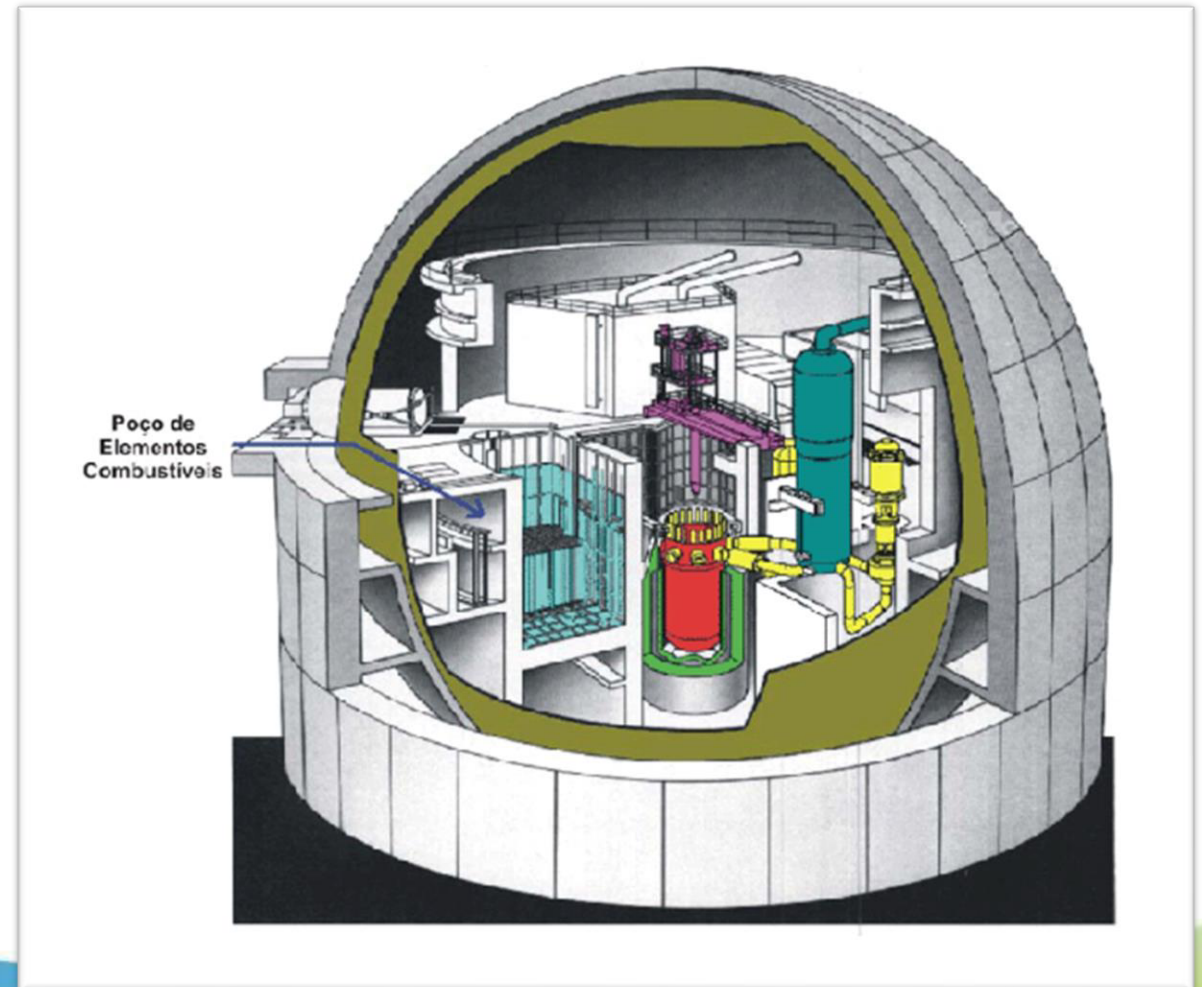
Requer planejamento de longo prazo

Para executar estas atividades a Usina deve estar Desligada.



# Parada para Reabastecimento de Combustível – visão geral

Substituição parcial do combustível nuclear, na Parada 2P16 estava prevista a troca de 52 ECs.



# A PARADA DEMANDA UM COMPROMISSO DE TODA A EMPRESA



Título: Diretrizes Gerais para uma Parada Programada da Usina

Autor: Anselmo Luiz Barbosa Carvalho Revisor: Gedeon de Almeida Fernandes

Responsável: Antonio Carlos Mazzaro

can

**ANEXO 5**  
**Atividades e Marcos Preparatórios de Parada**

**2 PA GE 49 - ANEXO 5 - ATIVIDADES E MARCOS PREPARATÓRIOS DE PARADA**

AREA RESPONSÁVEL	ATIVIDADE	12	11	10	09	08	07	06	04	03	02	01
DTD.O	Início das Atividades Pré-Parada											
DTD.O	Definir o Programa Geral/Preparatório											
ED.O	Definir o Escopo de Parada											
ED.O	Definir as modificações Projeto / Bem Licenciamento											
DTD.O / GMD.O	Elaborar o Planejamento detalhado de cada tarefa											
ED.O / DTD.O	Definição de todos os contratos											
Todas as Áreas	Definir os Responsáveis de Tarefas											
SOT	Enviar as REQ para Novos Projetos											
Todas as Áreas	Definição de Estoque de materiais nacionais											
Todas as Áreas	Definição de Estoque de consumíveis											
GFLO	Enviar REQ para contratos internacionais											
GFLO	Enviar REQ para contratos nacionais (exceto PV)											
Todas as Áreas	Enviar as REQ para Itens Importados / Nacionais											
Todas as Áreas	Enviar as REQ para Consumíveis											
DTD.O	Definir as Janelas no Programa de Parada											
DPR.O	Início do Planejamento ALARA											
GOO.O	Elaborar a previsão de gases e desl. diesel											
GOO.O / DTD.O	Plano de Água para a Parada - Iniciar elaboração e acompanhamento											
DTD.O	Fechamento do escopo de SOT da Parada e Pré-Parada											
Todas as Áreas	Fazer a previsão de pessoal para a Parada											
DTR.O	Realizar treinamento para recebimento de Combustível											
ED.O/GCM/ADM/OTG/AA	Realizar reuniões de acompanhamento de Materiais / Contratos											
GFLO	Realizar reuniões de acompanhamento dos PMP previstos para a Parada											
ED.O / SOT / SMO	Realizar reuniões de acompanhamento dos PMP previstos para a Parada											
DTR.O	Programar treinamento para para os contratos de Parada											
GOO.O	Proceder margens e margens para emergere											
GOO.O / GMD.O - I	Verificar quais os limites podem ser selecionados para evitar sobrecarga antes do desligamento da Usina											
DTD.O / GOO.O	Elaborar os fechamentos para a Parada e Pré-Parada											
DTD.O	Apresentação do Programa de Parada											
ED.O	Definir necessidade de aplicação de treinamento para o sistema de detecção de falta de combustível											
GOO.O	Consultar lista de operabilidade do XTB e se há necessidade de preparar instruções adicionais e materiais											
GOO.O	Enviar SOT / AI da Parada											
GOO.O	Calcular com antecedência a data de entrega no Itaipubio (carne), Itaipubio e P13											
DTR.O	Realizar Treinamento para Manuseio de Combustível											
GOO.O	Apresentação do Plano de Segurança Preliminar											
DTD.O/GMD.O	Aprovação de PRD de contração Temporária para a Parada											
GOO.O / GMD.O - E	Condição e execução dos testes de verificação dos discos											
GOO.O / DTD.O / GMD.O - E	Teste CH 10.1 de Estufa											
GOO.O / GMD.O - I	Realizar a verificação conjunta de ponto de simulação											
Todas as Áreas	Preparar Escala Especial de Turnos e Previsão de Horas Extras											
GMD.O	Verificar o computador de 256 canais operável											
DTD.O	Todas as LT e LTR de Parada Frontais (Passivos)											
DTR.O	Realizar Treinamento para Modificações de Projeto											
ED.O / GFLO	Todos os Contratos Admistrativos											
Todas as Áreas	Todos os Procedimentos Finalizados / Prontos											
DMT.O / DTD.O	Todos os Materiais de Parada no Área											
GOO.O	Recebimento do Combustível Condido											
DPR.O	Realizar ALARA realizadas											
GOO.O / DQAD.O	Teste de KPL - efetividade dos testes de decolamento											
	Início da Parada											

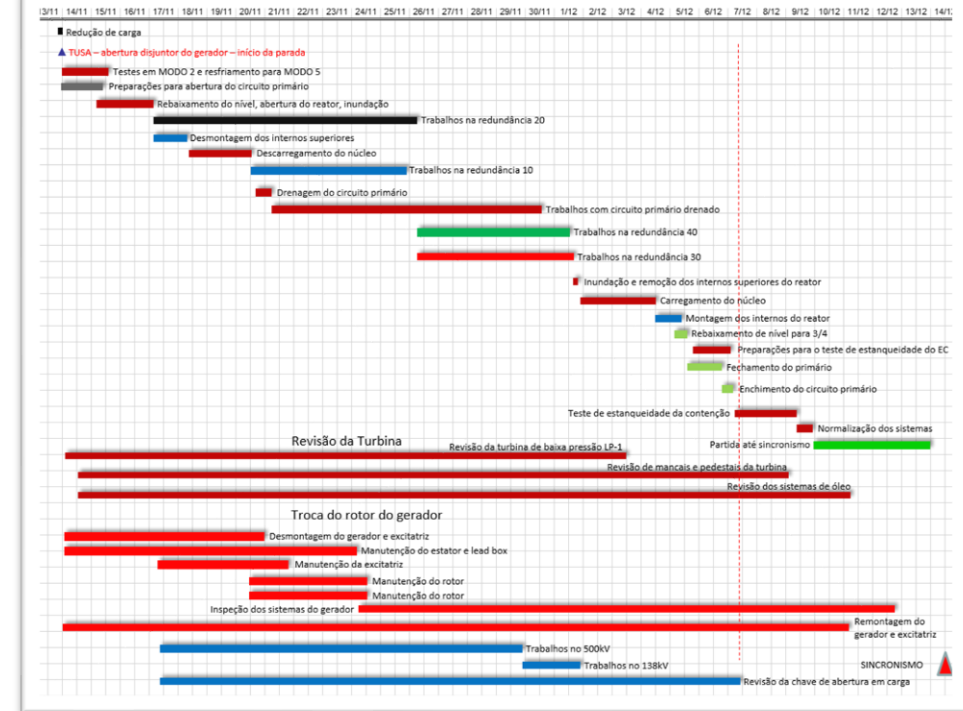
NOTA: Os marcos acima definidos representam a expectativa de entrega de eventos que servem como guia para a elaboração do planejamento da Parada. As datas limites das ações necessárias devem ser antecipadas tão logo seja possível, dando-se atenção de acordo com o Sumário Executivo da Angra 2.

Planejamento – base anual

Durante a fase de planejamento é realizada a avaliação de riscos:

Quantitativo pela APS-Análise Probabilística de Segurança e,

Qualitativo pela avaliação das Funções Chaves de Segurança.



## ESTADO DE SEGURANÇA DA USINA

Estado de Segurança da Usina  
Funções Chave de Segurança / Níveis de Risco Associados - 2P13



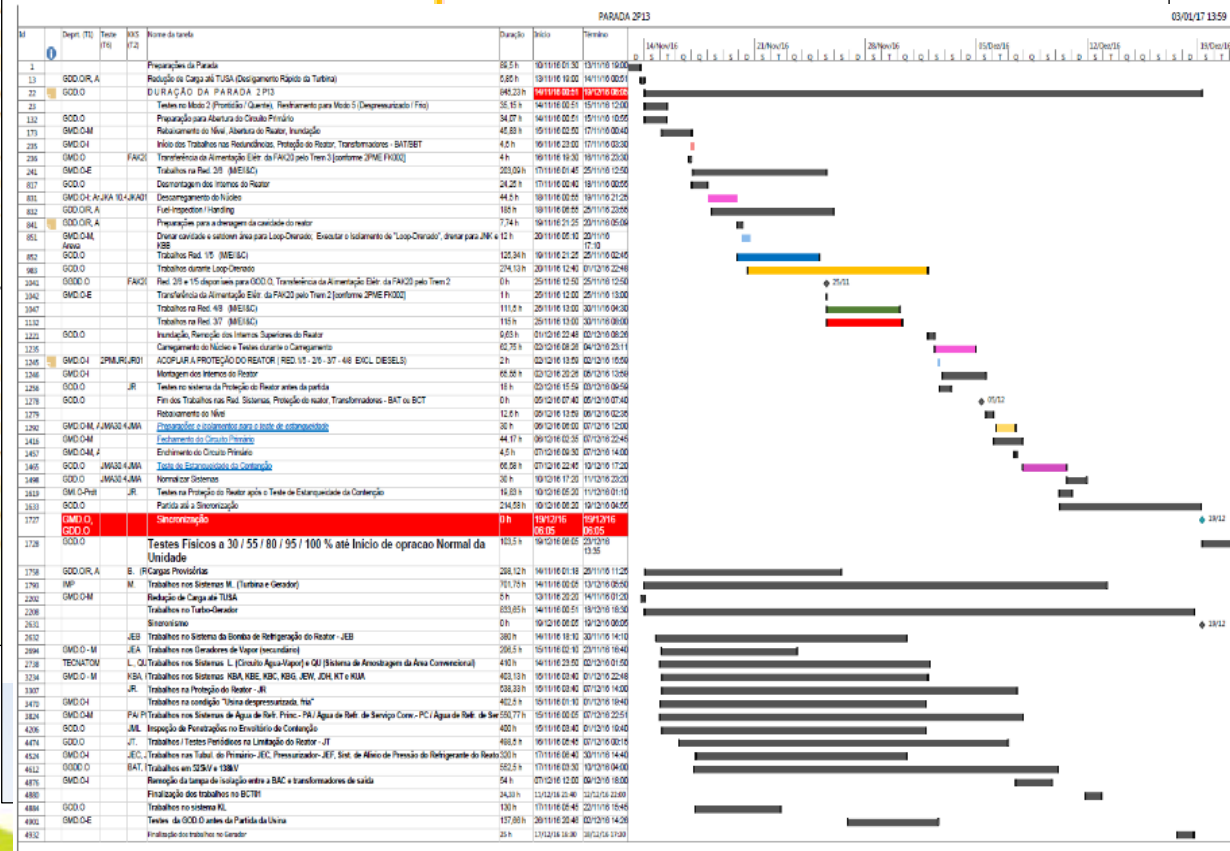
2REN3 083.2015 - Corrosão em Dispositivo Antirrotação Reversa e

2REN3 076.2015 - Transbordamento do Tanque de Fluido de Controle da Turbina MAY14BR004

2REN2 080.2015 - Vazamento pelo Anel de Vedação da Bomba de

2REN3 075.2015 - Desarme da Bomba de Condensado Principal 10R204004

# INPO Event Report Level 3 13-18:



Antes das Paradas o escopo, o programa e os objetivos são apresentados detalhadamente para as equipes e supervisores com algum papel de liderança na Parada.

Estas apresentações tem por finalidade de rever as ações com origem na Experiência Operacional Interna ou Externa, e apresentar os eventos ocorridos desde a última parada, assim como as melhorias que foram incorporadas.

# Licenças de Trabalho – Liberação / Controle



Todas as atividades da Parada são controladas utilizando *flowcharts* contendo todos os requisitos necessários para a execução: isolamento operacional, condições da planta e dependência com outras atividades.

São preparados antecipadamente por OSR - Operadores Senior de Reator dupla verificação.

Para reduzir a probabilidade de erros são liberados durante a Parada também com dupla verificação por OSR.

Qualquer alteração nestes *flowchart* devem ser realizadas também com duplas verificação.

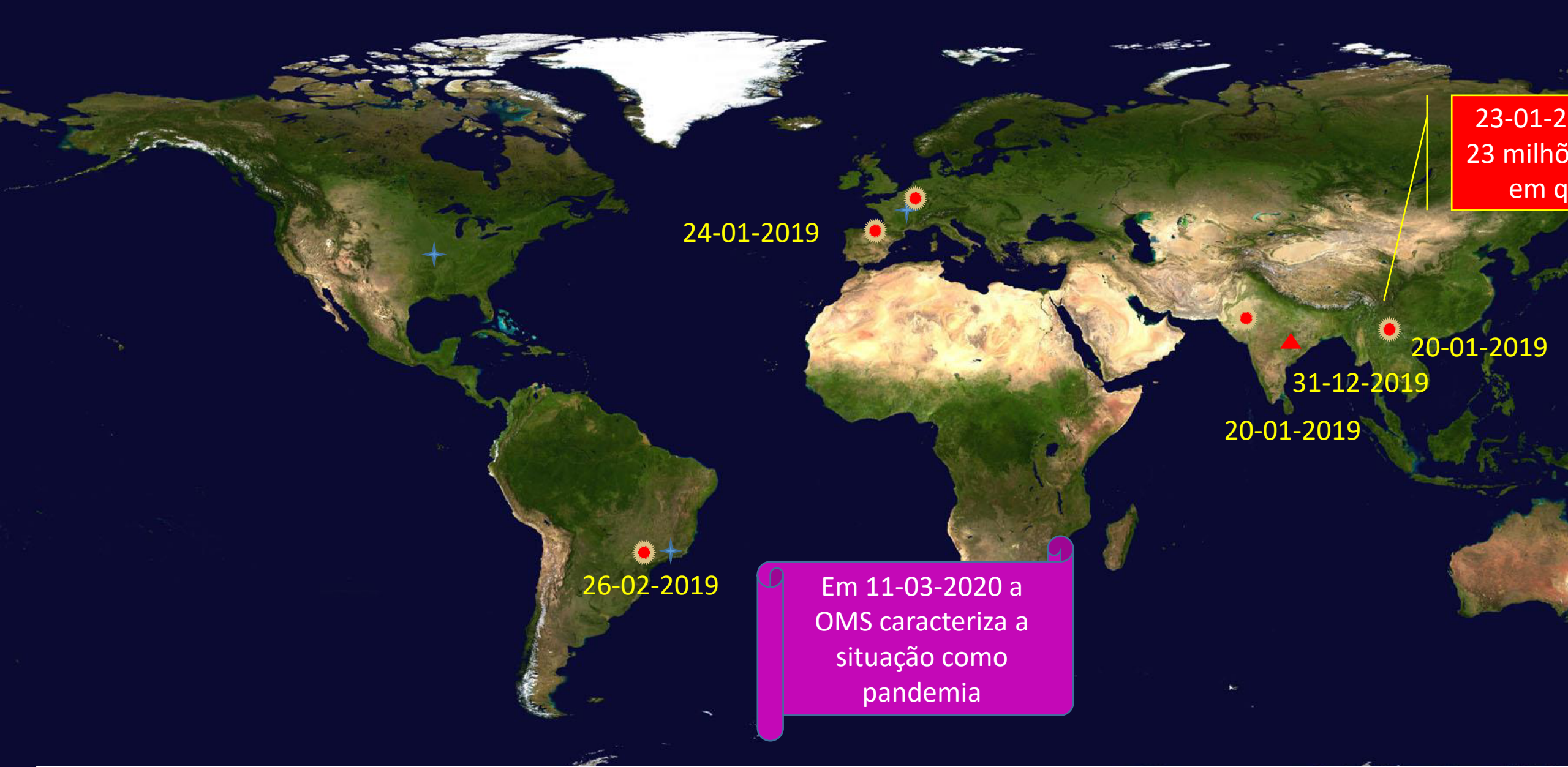




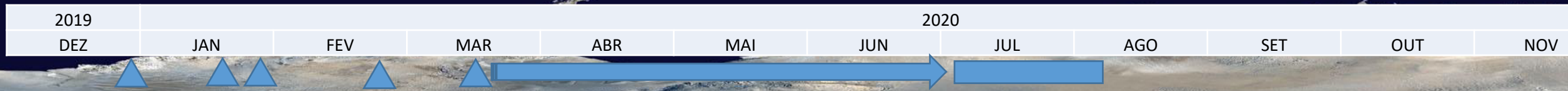
8,500km

9,500km

Distância em  
relação aos  
principais  
fornecedores  
de serviços e  
sobressalentes

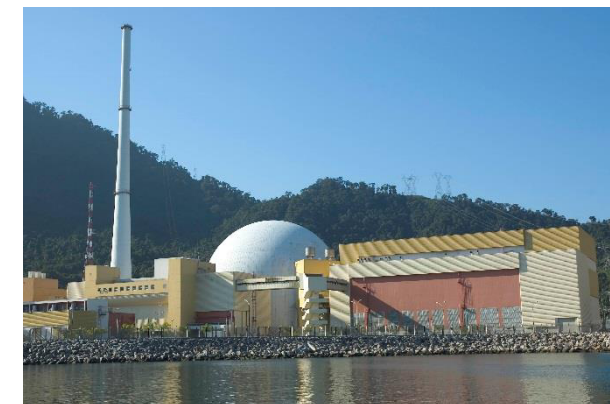


Em 11-03-2020 a OMS caracteriza a situação como pandemia



# A Parada anteriormente prevista versus após o evento da pandemia

Parada 2P16	Antes da Pandemia	Após Pandemia
<b>Data de Início</b>	22/06/2020	22/06/2020
<b>Duração</b>	A duração média de uma parada é de 30 dias	22 dias
<b>Escopo</b>	Completo – cerca de 4.500 Licenças de Trabalho	Reduzido - reabastecimento e tarefas essenciais, cerca de 900 Licenças de Trabalho
<b>Custo Estimado</b>	R\$130.000.000,00	R\$19.000.000,00
<b>Empregados Contratados</b>	1250	160
<b>Exposição Coletiva à Radiação</b>	<350 pessoa.mSv	<130 pessoa.mSv
<b>Volume de Rejeitos Sólidos Radioativos</b>	<11,6 m <sup>3</sup>	<7,6m <sup>3</sup>
<b>Empregados Estrangeiros</b>	150	5



# Necessidade de adotar medidas para mitigação dos riscos referentes ao COVID 19?

Uma série de medidas foram então adotadas com o objetivo de minimizar ou evitar a propagação do COVID-19 durante a realização da Parada 2P16 de forma a evitar que, tanto quanto possível, houvesse prejuízo a saúde dos colaboradores envolvidos, e principalmente, que o pessoal crítico para a operação da Usina fosse atingido.

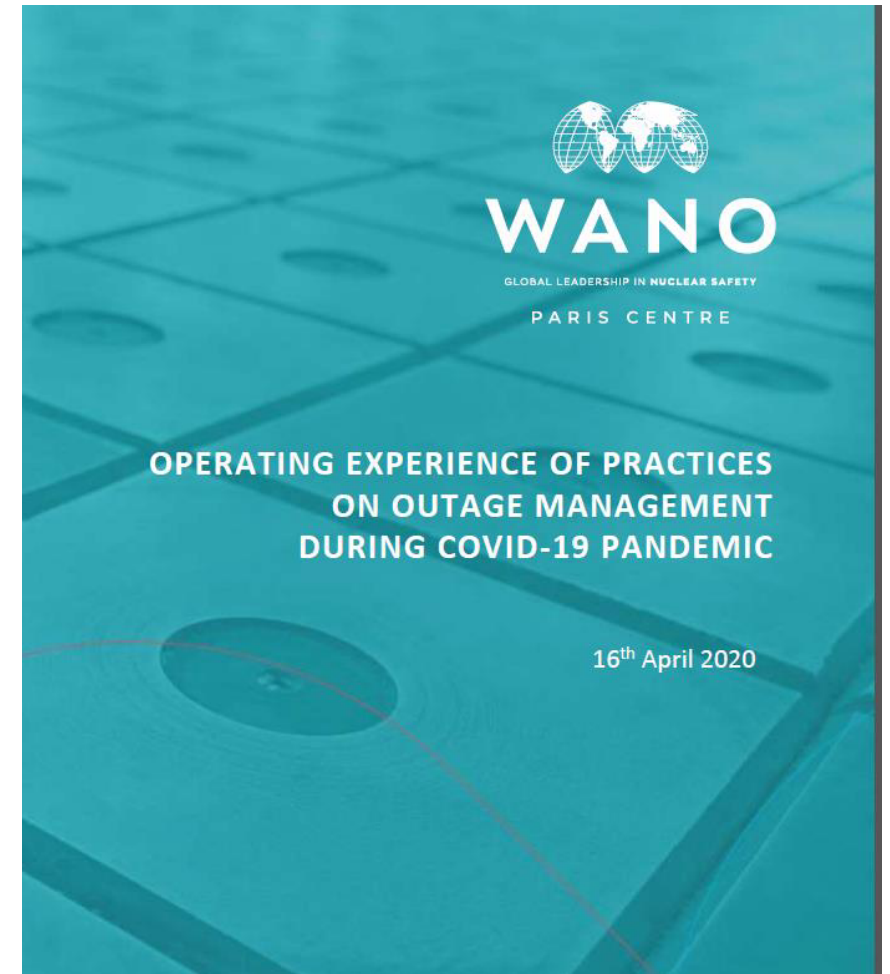
A redução do escopo da Parada se fez necessária para cumprir com as medidas de mitigação, que exigiam a manutenção do distanciamento social (com redução de atividades, redução de pessoal).

Avaliação do escopo mínimo a ser realizado levando em consideração o quantitativo de pessoal necessário na execução das atividades, de forma a limitar a possibilidade de transmissão do COVID-19.

Avaliação das margens de existentes para a postergação de testes e manutenções preventivas.

Ações de comunicação e de treinamento para a conscientização do pessoal do pessoal contratado e próprio, fundamental no comprometimento com as ações, uma vez que os colaboradores envolvidos deveriam estar conscientes da sua responsabilidade individual e coletiva para a preservação da saúde de todos.

Para as ações de mitigação adotadas na Parada 2P16 foram tomadas como referência o guia da WANO-PC\* e práticas adotadas por Usinas que realizaram as suas paradas durante a pandemia.



\* World Association of Nuclear Operators – Paris Center

Como forma de divulgação entre os trabalhadores foi elaborada uma cartilha com as ações de mitigação e os protocolos a serem utilizados.

**TODOS CONTRA  
O CORONAVIRUS**



**Medidas de mitigação da covid-19 para realização da parada 2P16**

Superintendência de Angra 2 (SD.O)  
Departamento de Controle de Trabalho de Angra 2 (DTC.O)  
Gedeez de Almeida Fernandes

# Conteúdo da cartilha

3

**DÚVIDAS SOBRE O CORONAVÍRUS**  
[Fonte: Ministério da Saúde. <https://www.saude.gov.br/images/2020/Abr/07/Cartilha-Coronavirus-Interacao.pdf>]

**O QUE É**  
O coronavírus causa uma doença chamada covid-19. Como nunca tivemos contato com esse vírus antes, não temos imunidade contra ele.

**COMO É TRANSMITIDO**  
A transmissão acontece de uma pessoa doente para outra ou por contato próximo, por meio de:

-  Aperto de mãos (principal forma de contágio)
-  Gotículas de saliva
-  Espirro
-  Tosse
-  Catarro
-  Objetos ou superfícies contaminadas, como celulares, mesas, maçanetas, brinquedos, teclados de computador etc.

**SINTOMAS**  
Os sintomas mais comuns são febre e tosse ou dificuldade para respirar.

- 
- 
- 



Com base nas informações do Ministério da Saúde, constam na cartilha informações sobre a COVID-19:

- O que é?
- Como é transmitido
- Sintomas
- Quadro comparativo com outras doenças
- Como podemos nos proteger
- O uso de máscaras
- Os cuidados ao sair e ao retornar para casa

## Distanciamento Social

Isolamento de trabalhadores com sintomas de Covid-19 ou que tenham tido contato com uma pessoa infectada.

Limitação do acesso à Sala de Controle Principal (SCP).

A comunicação com a Sala de Controle Principal deve ser feita somente de forma indireta.



## Distanciamento Social (continuação)

Demarcação no piso de acesso, na entrada e saída das usinas, nos relógios de ponto, no restaurante, nos pontos de ônibus, no ponto de controle e no CST – Centro de Suporte Técnico.

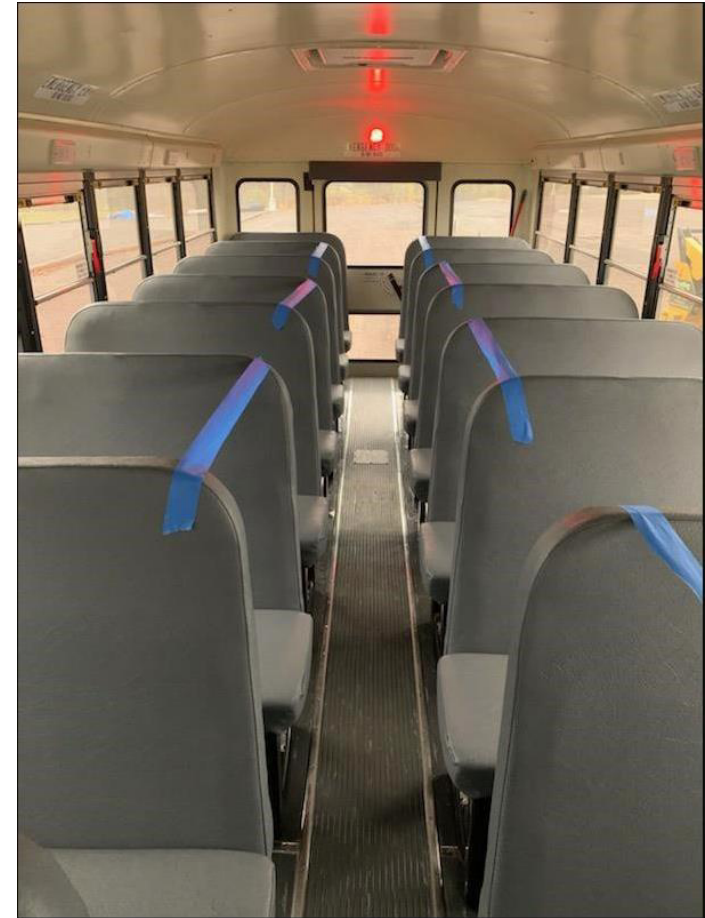
As reuniões devem ser feitas, preferencialmente, por videoconferência, WeBex ou outras ferramentas on-line.



## Distanciamento Social (continuação)

Estabelecimento de horários fixos, de forma escalonada, para as refeições.

Os ônibus estão com os lugares marcados, e os locais de parada já definidos. Além disso estão sendo desinfetados com frequência.



## Monitoração da Saúde do Pessoal

A equipe médica estará o tempo todo na Usina para monitorar de perto, de forma randômica da condição de saúde dos trabalhadores;

Testes rápidos para COVID 19 serão aplicados periodicamente nos trabalhadores próprios e contratados, a cada 14 dias;

O controle de temperatura será realizado na entrada da Usina.

Tapetes de desinfecção instalados nos pontos de acesso.



## **Restrição de contato com a SCP - Sala de Controle Principal para a liberação de atividades**

O controle de trabalho no CST – Centro de Suporte Técnico será realizado, com a dedicação de pessoal específico (Operador Sênior de Reator), no próprio CST, com o objetivo de limitar o contato com a SCP na liberação das atividades.

## **Proteção dos Equipamentos de Proteção Radiológica**

Serão instalados pontos com álcool em gel para desinfecção ao lado do acesso, nos portais monitores e ao lado da eclusa de acesso ao reator.

## ESCOPO/PROGRAMAÇÃO DA PARADA

O escopo foi avaliado de forma a minimizar o número de contratados e a disponibilidade de pessoal crítico.

Para atender a este objetivo, foram analisadas as atividades do escopo da parada versus a disponibilidade e expertise do pessoal próprio. Desta forma, foram contratados apenas 160 profissionais para suplementar as equipes da empresa e para os casos onde há a necessidade de participação do fabricante.

A participação de estrangeiros – sujeita à liberação governamental ou do país de origem – foi limitada à prestação de consultoria nas áreas de piso do reator e teste das válvulas de segurança do pressurizador e para a operação do equipamento subaquático de inspeção visual (SUSI).

- Treinamento dos profissionais de parada quanto às medidas de mitigação da COVID-19 serão realizados no CINETEATRO DE PRAIA BRAVA.**



- O pessoal contratado permanecerá nos alojamentos da empresa, com fornecimento de refeições, durante todo o período da parada.**

- ❑ Rígido controle do distanciamento social entre os trabalhadores na passagem de turno, em todas as áreas, para evitar contato pessoal.
- ❑ Regime de turno de 12 horas.



## ☐ Transporte

- Os trabalhadores serão orientados a fazer uma autoavaliação do seu estado antes de embarcar: se houver alteração da sua saúde, eles deverão permanecer na hospedagem e informar ao seu supervisor e à área médica.
- O transporte dos trabalhadores será realizado ponto a ponto, não sendo permitido embarque /desembarque fora dos pontos pré-definidos, ou seja, hospedagem – usina – hospedagem.
- Não será admitido o embarque sem máscaras. É obrigatório o uso das mesmas todo o tempo.
- Deverá ser obedecido o afastamento social, sendo ocupados apenas os lugares demarcados nos ônibus.
- Será coibido o uso de transporte público. Se, por alguma situação específica, for requerido transporte, é preciso informar ao supervisor da empresa ou da Eletronuclear.
- Os trabalhadores que compõem a equipe do piso do reator terão transporte específico.

# Fiscalização do cumprimento das medidas de mitigação

Os técnicos de segurança do trabalho e de proteção radiológica deverão reforçar as expectativas gerenciais, quanto ao cumprimento das ações previstas neste protocolo, durante o período da parada 2P16 de forma a prevenir a propagação da COVID-19.

De forma a tornar explícita a fiscalização, os citados acima portarão o adesivo abaixo, que os identificará como fiscais ao longo da parada 2P16.



# PRINCIPAIS DESAFIOS

# Planejamento

Realizado em base anual, os pacotes de trabalho da Parada requerem avaliação, e análise de diversos departamentos (Manutenção, Engenharia de Manutenção, Engenharia de Sistemas, Segurança Industrial, Proteção Radiológica, Operação).

Com o evento ocorreu o afastamento do pessoal do grupo de risco tornando maior o desafio de planejamento e programação.

As alterações de programação e escopo exigiram uma revisão das avaliações de risco qualitativo e quantitativo.

Service Test	Interv	Component	Activity	2P1	2P2	2P3	2P4	2P5	2P6	2P7	2P8	2P9	2P10	2P11	2P12	2P13	2P14	2P15	2P16	2P17	2P18
JEB10.0	4R	Redundancy systems (mech/electrical)&C	Maintenance/Periodic service insp	2/6	4/8	1/5	3/7	2/6	4/8	1/5	3/7	2/6	4/8	1/5	3/7	2/6	4/8	1/5	3/7	2/6	4/8
JN14.0	2R	JN lines (every year 2 Red.)	Visual inspection inside	10/20	30/40	10/20	30/40	10/20	30/40	10/20	30/40	10/20	30/40	10/20	30/40	10/20	30/40	10/20	30/40	10/20	30/40
FAKT4.0	8a	JN Valves FA110/2040	Visual inspection inside																		
JEB	4R	Reactor Coolant Pump, Internals (only bearing)	Visual examination	20	30	10	40	10	20	10	30	40	20	10	30	40	20	10	30	40	20
JEB	4R	RCP motor (change to reserve)	Visual examination	20	30	10	40	10	20	10	30	40	20	10	30	40	20	10	30	40	20
JEB	1R	Reactor Coolant Pump, mechanical seal	Visual examination	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
JEB05.0	event	RCP casing inside	Visual examination																		
JA10.6	8a	Reactor Pressure Vessel	Hydrostatic pressure test																		
JA10.7	4a	Reactor Pressure Vessel, lower part	Nondestructive examinations																		
JA10.7	4a	Reactor Pressure Vessel, closure head	Nondestructive examinations																		
JAA11.7	12a	Tapped blind holes in RPV flange (min. 25% / 4a)	Nondestructive examinations																		
JAA12.7	12a	RPV, double ended studs (at least 25% / 4a)	Nondestructive examinations																		
JAA14.0	12a	RPV, nuts (at least 25% / 4a)	Visual examination	33%																	
JAC30.0	4R	Reactor Pressure Vessel, internal	Visual examination																		
JAC40.2	4R	Reactor Pressure Vessel, hold down springs	Measurement of spring characteristic																		
JEA10.0	16a	Steam Generator sec. side (every 4a one SG)	Visual examination	10																	
JEA11.6	8a	Steam Generator secondary side	Hydrostatic pressure test	20																	
JEA20.7	8a	Steam Generator (every 2a two SG)	Nondestructive examinations	10	20																
JEA30.7	4a	SG, heating lobes (every 2a two SG)	Nondestructive examinations	10/40	20/30																
JEA	8a	Steam Generator secondary side	Sludge cleaning, visual exam	10	40																
JEC10.7	8a	Reactor Coolant Piping (every 4a two SGs)	Nondestructive examinations	10	20																
JEF50.0	4a	Pressurizer, inside	Visual examination																		
JEF60.7	4a	Pressurizer	Nondestructive examinations																		
JEF60.7	4a	Surge line	Nondestructive examinations	X	X																
JNA20.0	8R	JN-Valves (Primary isolation valves)	Visual examination inside	30	40	10	40														
JNA20.0	8a	KAA2030AA0101011	Visual examination inside	30	20																
JMA30.4	4a	Reactor Safety Containment	Integral leakage rate test	X	X																
LAA10.6	8a	Feed Water Tank	Hydrostatic pressure test																		
LAD10.6	8a	HP Feed Water Heater	Hydrostatic pressure test																		
LBA10.0	4R	SGV main steam LBA10-40AA002	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA11.0	4R	Valv. Pilot da LBA10-40AA002	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA12.0	4R	SGV main steam LBA11-41AA001	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA13.0	4R	Valv. Pilot da LBA11-41AA001	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA14.0	4R	SGV SGV main steam LBA11-41AA002	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA15.0	4R	Valv. Pilot da LBA11-41AA002	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA16.0	4R	SGV shutdown main steam LBA12-42AA001	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA17.0	4R	Valv. Pilot da LBA12-42AA001	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LBA18.0	4R	PVC relief main steam LBA12-42AA002	Visual examination inside	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20	40	30	10	20
LB10.5	4a	Moisture Separator Reheater	Visual examination inside																		
LB10.6	8a	Moisture Separator Reheater	Hydrostatic pressure test																		



# Pessoal

Definição do quantitativo e qualificação do pessoal a ser contratado.

Contratação, testagem, quarentena, etc.

Treinamento (locais disponíveis com afastamento recomendado?)

Hospedagem (meios de hospedagem disponíveis?), alimentação, etc.

Cabe aqui ressaltar que todas as providências necessárias foram tomadas em prazo curto e com as restrições impostas pela pandemia.

# Realizar atividades apenas com o pessoal próprio

## Teste das válvulas de alívio e segurança do pressurizador - RESI

### Qual o objetivo deste teste?

Teste com o objetivo de comprovar a operabilidade das válvulas de alívio e segurança do sistema primário.

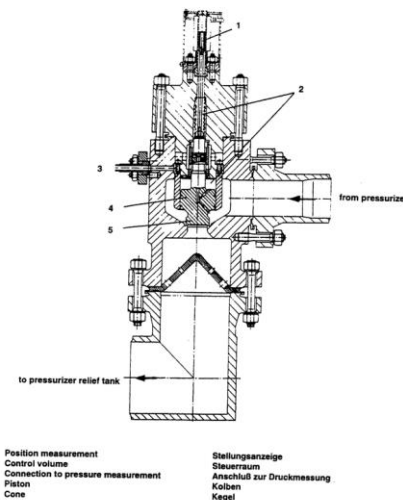
### Complexidade

O teste é realizado com pressão de 40 bar e 140 bar e envolve a atuação das respectivas válvulas pilotos.

### Resultado obtido

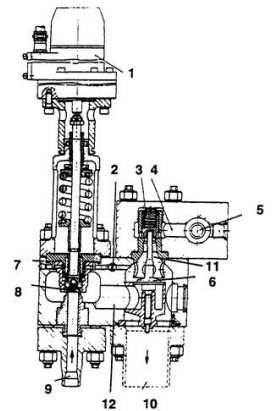
O teste foi realizado com sucesso.

## Válvula de Segurança



- |                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1 Position measurement               | Stellungsanzeige          |
| 2 Control volume                     | Steuerraum                |
| 3 Connection to pressure measurement | Anschluß zur Druckmessung |
| 4 Piston                             | Kolben                    |
| 5 Cone                               | Kegel                     |

## Válvula Piloto



- |  |  |
|--|--|
| Additional magnetic load                             | Magnetische Zusatzbelastung                          |
| Orifice  | Drossel  |
| Cone of control check valve                          | Steuerrückschlagventil                               |
| Control line   | Steuerleitung  |
| Seating surface of the isolation valve in pilot line | Sitzfläche des Absperrventils in der "Steuerleitung" |
| Baffle plate   | Prallplatte  |
| Impulse valve  | Impulsventil   |
| Cone   | Kegel  |
| Pressure tapping line                                | Druckentnahmeleitung                                 |
| Outlet line  | Abblaseleitung                                       |
| Tappet   | Stößel   |
| Chamber of the non return control valve              | Druckkammer des Steuerrückschlagventils              |

# Realizar atividades apenas com o pessoal próprio

## Atividades do Piso do Reator

A abertura e fechamento do reator, incluindo as seguintes atividades: remoção/instalação das interferências, blindagens, pontes de cabos, instrumentação nuclear externa e interna do núcleo, lanças de instrumentação, internos superiores e inferiores do núcleo

## Resultado obtido

Todas as atividades foram realizadas com sucesso.



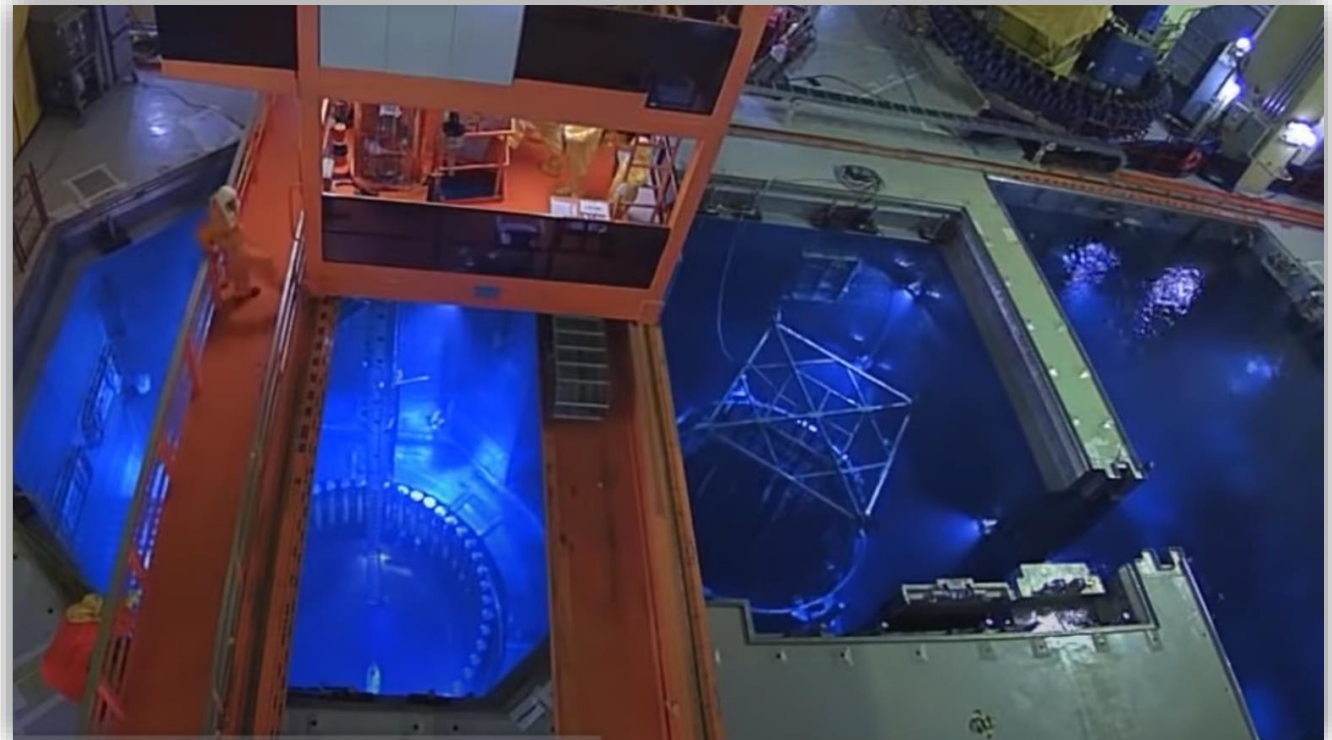
# Realizar atividades apenas com o pessoal próprio

## Descarregamento e Carregamento do Núcleo

Todas as atividades de manuseio do combustível.

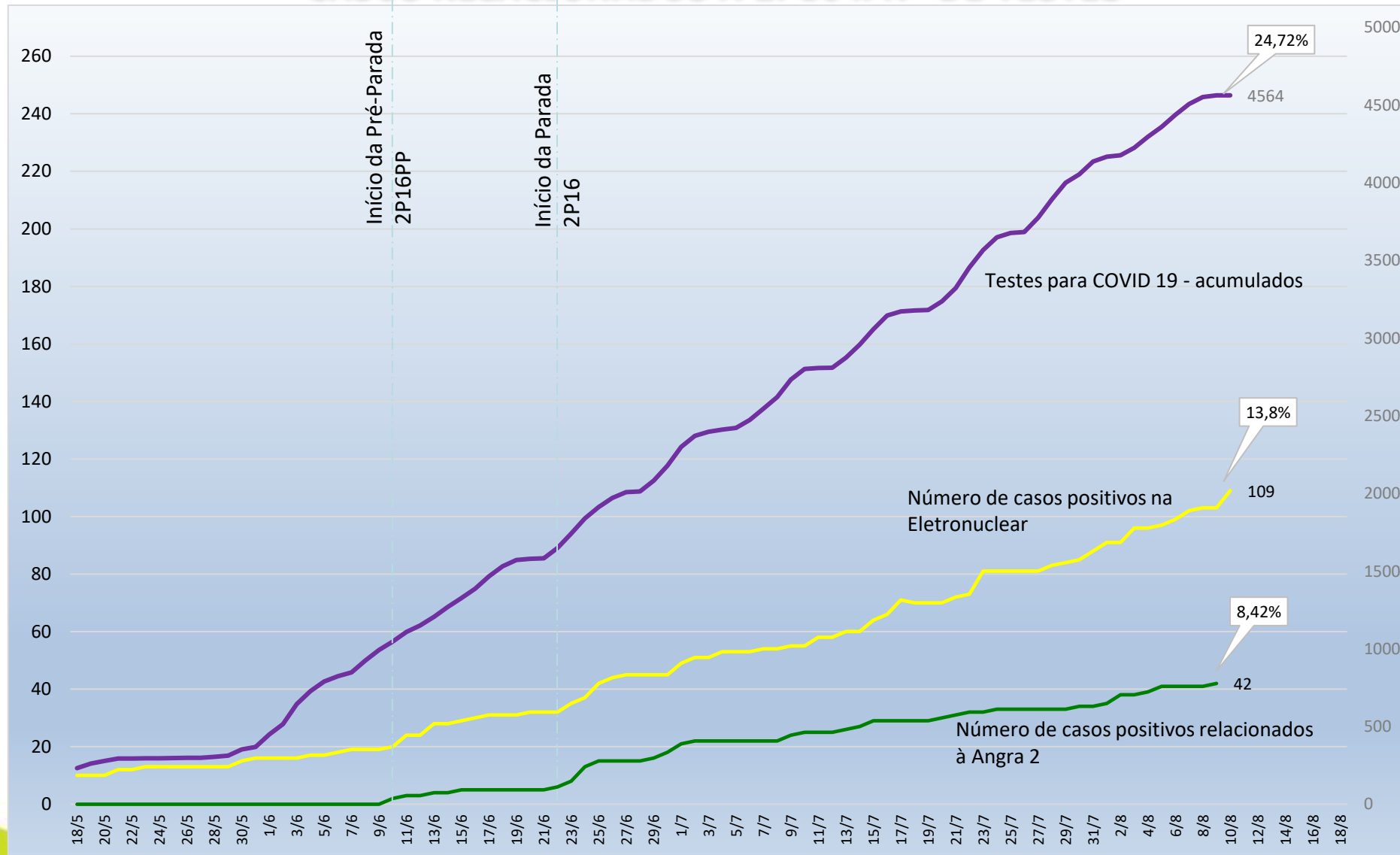
## Resultado obtido

As atividades de manuseio do combustível no descarregamento do núcleo do reator, nas operações de inspeções e no carregamento do núcleo antes realizadas por pessoal estrangeiro foram realizadas com sucesso pelo pessoal próprio com suporte da INB – Indústrias Nucleares do Brasil.



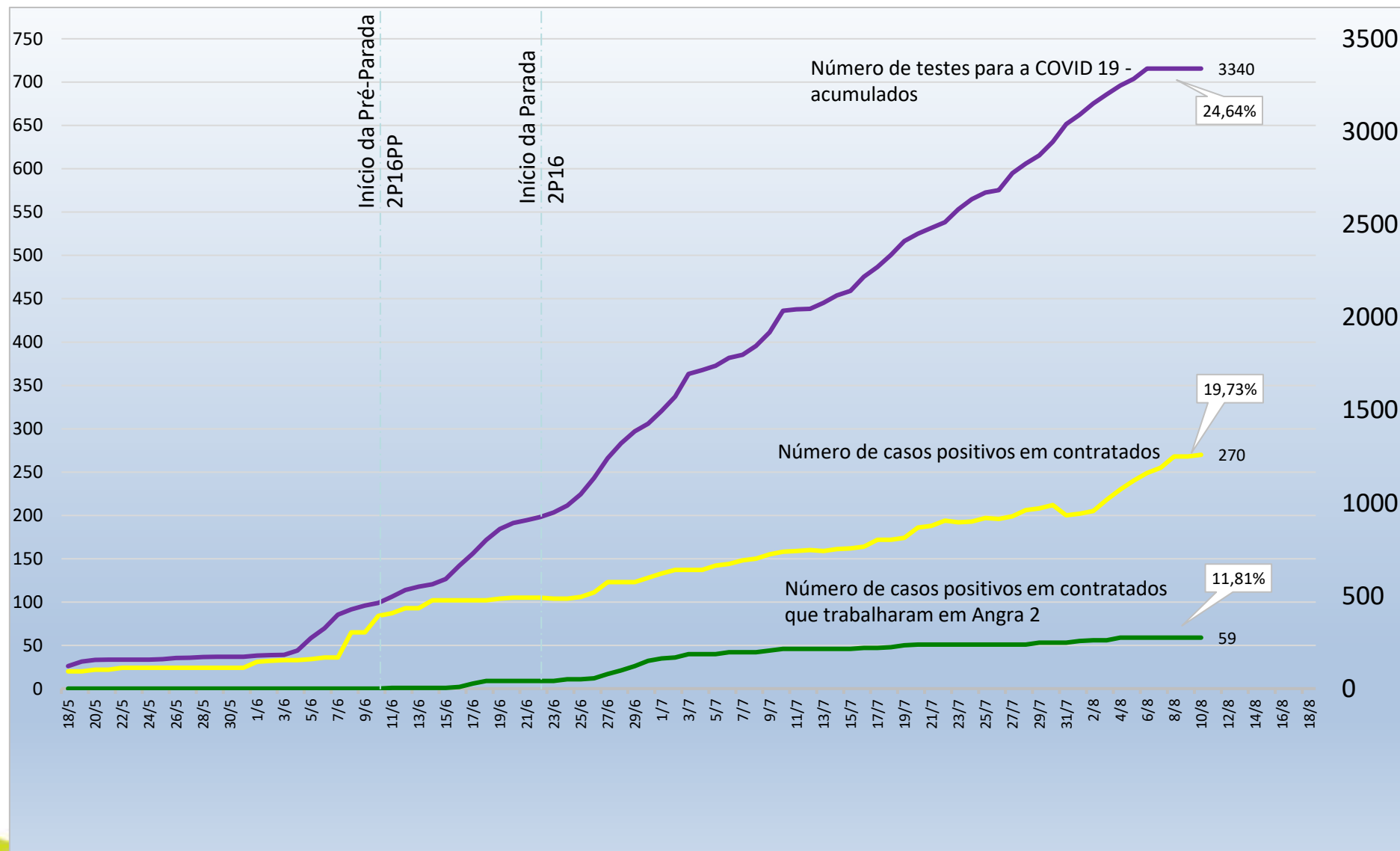
# RESULTADO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO AO COVID-19

# TAXAS DE CRESCIMENTO EM CASOS CONFIRMADOS NA ELETRONUCLEAR E CASOS RELACIONADOS À 2P16 x N° DE TESTES



Comentários: Quando os casos positivos são avaliados quanto ao local de trabalho do pessoal ETN, verifica-se que a taxa de crescimento dos casos positivos daqueles que trabalharam em Angra 2 teve evolução menor comparada ao pessoal ETN geral. Mostrando uma possível correlação com as medidas de mitigação à COVID 19 adotadas na parada.

# TAXAS DE CRESCIMENTO EM CASOS CONFIRMADOS EM EMPREGADOS DE EMPRESAS CONTRATADAS E CASOS RELACIONADOS À 2P16 x N° DE TESTES



A taxa de crescimento dos casos positivos entre os contratados que trabalharam em Angra 2 é significativamente menor quando comparada aos contratados em geral, novamente mostrando uma possível correlação com as medidas de mitigação adotadas na parada.

O escopo da Parada foi reduzido devido a COVID-19, com o objetivo de minimizar ou evitar a propagação da COVID-19, faltando apenas 3 meses para a sua execução.

Ressaltamos que apesar desta ocorrência a segurança da Usina esteve sempre mantida, sem implicar em desafio para a segurança.

Importante informar que durante a execução da Parada, a monitoração indica que se obteve êxito no controle dos casos. As taxas de casos positivos para a COVID-19 entre os trabalhadores que acessaram a Usina foram menores se comparadas a taxa de casos positivos entre todos os trabalhadores na Central. O que pode ser atribuído ao sucesso na aplicação das medidas adotadas para a mitigação da propagação da COVID-19.

Nesta parada, devido a Pandemia do COVID 19 foram contratados apenas 169 dos cerca de 1.250 profissionais brasileiros e 5 dos cerca de 150 profissionais estrangeiros.

O escopo das atividades foi bastante reduzido e realizado por um número limitado de profissionais, com as atividades realizadas anteriormente por profissionais estrangeiros sendo feitas por pessoal próprio, numa demonstração da capacidade técnica e de comprometimento.



## Geração de Energia Nuclear no Brasil



*Curso de Curta Duração da WNU Sobre*  
***“A Indústria Nuclear***  
***Atual***



# Disclaimer

Esta apresentação pode conter **estimativas e projeções** que **não são declarações de fatos corridos no passado** mas refletem **crenças e expectativas de nossa administração** e podem constituir estimativas e projeções sobre **eventos futuros** de acordo com Seção 27A do Securities Act de 1933, conforme alterado, e Seção 21E do Securities and Exchange Act de 1934, conforme alterado.

As palavras “acredita”, “poderá”, “pode”, “estima”, “continua”, “antecipa”, “pretende”, “espera” e similares têm por objetivo identificar

**estimativas que necessariamente envolvem riscos e incertezas, conhecidos ou não.**

**Riscos e incertezas** conhecidos incluem, mas não se limitam a: **condições econômicas, regulatórias, políticas e comerciais** gerais no Brasil e no exterior, **variações nas taxas de juros, inflação e valor do Real, mudanças nos volumes e padrão de uso de energia elétrica** pelo consumidor, **condições competitivas**, nosso nível de **endividamento**, a possibilidade de recebermos **pagamentos**

**relacionados a nossos recebíveis, mudanças nos níveis de chuvas e de água** nos reservatórios usados para operar nossas hidrelétricas, nossos **planos de financiamento e investimento de capital, regulamentações governamentais** existentes e futuras, e outros riscos descritos em nosso relatório anual e outros documentos registrados perante CVM e SEC.

**Estimativas e projeções referem-se apenas à data em que foram expressas** e não assumimos **nenhuma obrigação de atualizar quaisquer dessas estimativas ou**

**projeções** em razão da ocorrência de nova informação ou eventos futuros. Os resultados futuros das operações e iniciativas das Companhias podem diferir das expectativas atuais e **o investidor não deve se basear exclusivamente nas informações aqui contidas.**

Este material contém **cálculos que podem não refletir resultados precisos devido a arredondamentos realizados.**



- O Mercado da Eletricidade no Brasil
- Eletronuclear
- Angra 3
- Energia nuclear no Planejamento

## Energético Brasileiro

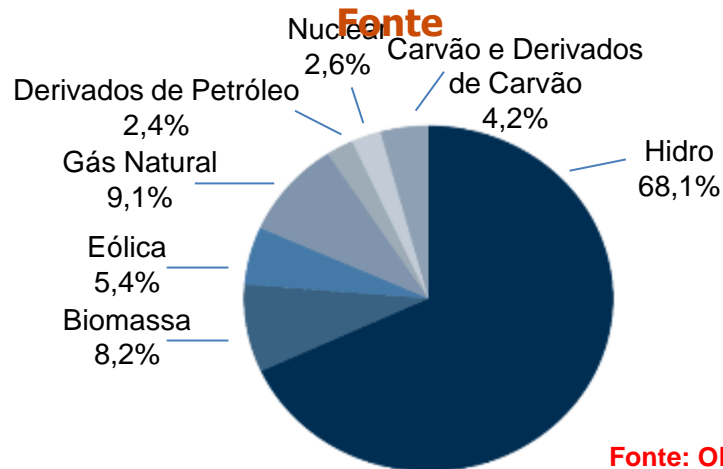
- Atividades para uma nova construção nuclear



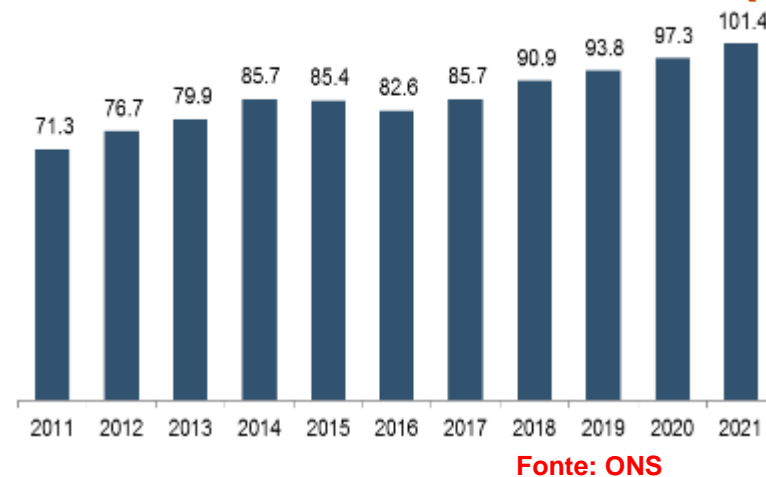
# Matriz e Demanda Energética

- **A Recuperação Econômica tem um Impacto Importante na Demanda Energética.**
- **Como o Brasil tem uma exposição relevante a energia hidroelétrica, a diversificação das fontes é importante.**

## Fornecimento de Eletricidade Doméstica por Fonte



## Demanda Máxima Instantânea no Brasil (GW)



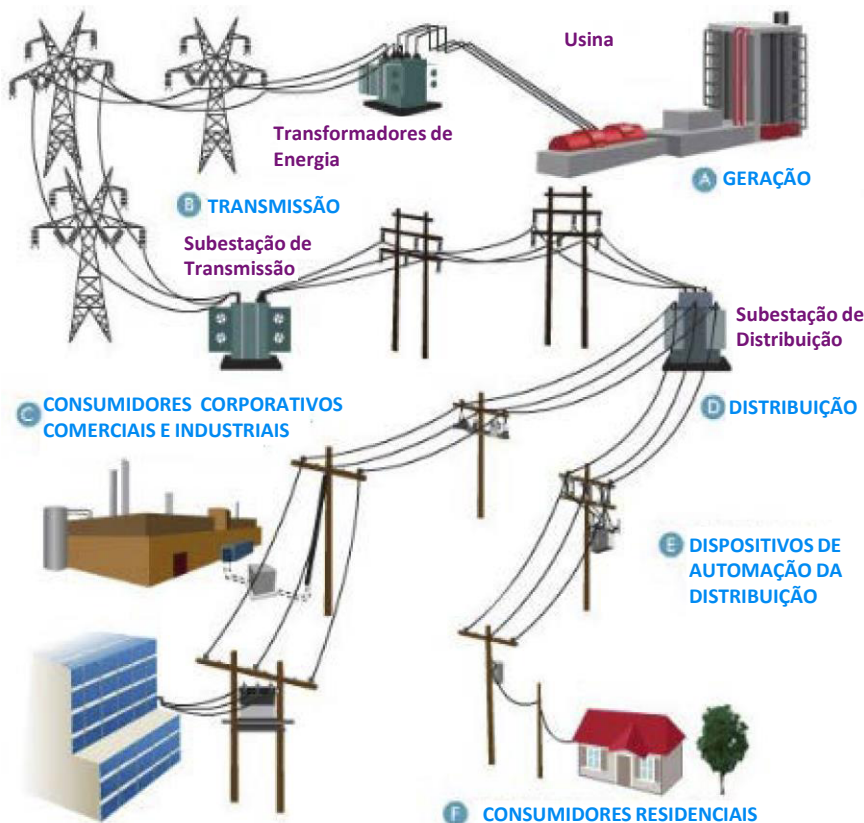
- **Após a queda na demanda em 2016 e 2017, o consumo de energia cresceu em 2018 e 2019. Devido ao COVID-19, um impacto negativo na demanda deve ocorrer em 2020. Entretanto, a longo prazo, espera-se um aumento contínuo após o crescimento econômico.**
- **Considerando a dependência da energia hidroelétrica e sua correlação com o clima, novas fontes de energia terão maior demanda no país nos próximos anos.**
- **Principais Alternativas: Vento / Biomassa / Gás / Carvão / Nuclear**
- **Como a energia nuclear é estável e limpa, ela tem excelentes prospectos a médio prazo.**



# Mercado de Energia no Brasil

- No Brasil a maior parte das usinas opera sob Contratos PPA em um Mercado de Geração de Energia majoritariamente regulado.

## Mercado de Energia



## Destaques Chave

- **Geração:** o mercado da Geração no Brasil é altamente regulado, com a maior parte das usinas operando com contratos PPA.
- **Transmissão:** a maior parte do mercado de Transmissão também é regulado. Cada agente do sistema tem um contrato que especifica uma “Receita Anual Permitida” – RAP que remunera os projetos de transmissão.
- **Distribuição:** cada região tem uma Companhia de Distribuição que presta este serviço e todas elas são reguladas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), com relação à tarifa e qualidade do serviço.
- **Tarifa:** a tarifa aumenta proporcionalmente ao uso da energia térmica convencional.

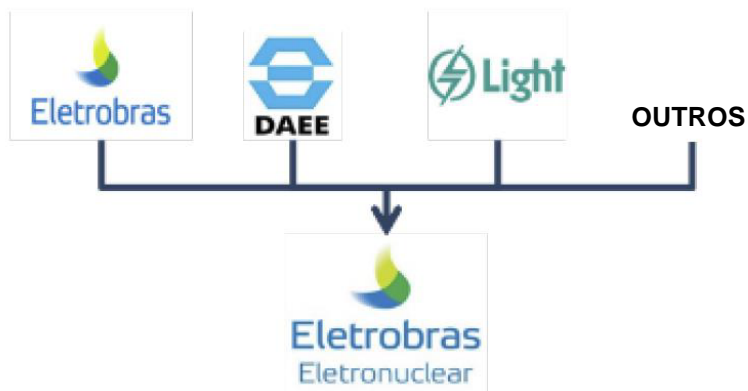


# Perfil da Eletronuclear

A Eletronuclear é uma empresa de capital misto controlada pela Eletrobras com acionistas minoritários como a Light e a DAEE

## Estrutura Corporativa da Eletronuclear

ON: 99,97%	ON: 0,02%	ON: 0,00%	ON: 0,00%
PN: 99,72%	PN: 0,13%	PN: 0,09%	PN: 0,09%



## Comentários e Análise

- A companhia é uma subsidiária da Eletrobras com aproximadamente 99%
- A Eletronuclear, através de suas NPPs (usinas nucleares), é responsável por gerar cerca de 3% da eletricidade consumida no Brasil e mais de 30% da do estado do RJ
- A empresa tem um ativo em construção com COD prevista para julho / 2026

## Ativos em Operação



### Angra 1

- Energia Instalada: 640 MW
- Geração de Energia (2018): 568 MWmed
- Preço Aprovado da Energia (2019): R\$ 247/ MWh



### Angra 2

- Energia Instalada: 1,350 MW
- Geração de Energia (2018): 1,280MWmed
- Preço Aprovado da Energia (2019): R\$ 247/ MWh

## Usina em Construção



### Angra 3

- Energia Instalada: 1.405 MW
- Preço de Referência (2018): R\$ 480/MWh
- Status das Obras Civis: 67,1%
- Investimentos a serem feitos; R\$ 14.5 Bn
- Período de construção adicional: 55 meses



# Angra 3

**Metade de 2015: Construção em Andamento**

**R\$ 6,6 bilhões já investidos**



**Metade de 2015: Progresso de aprox.**

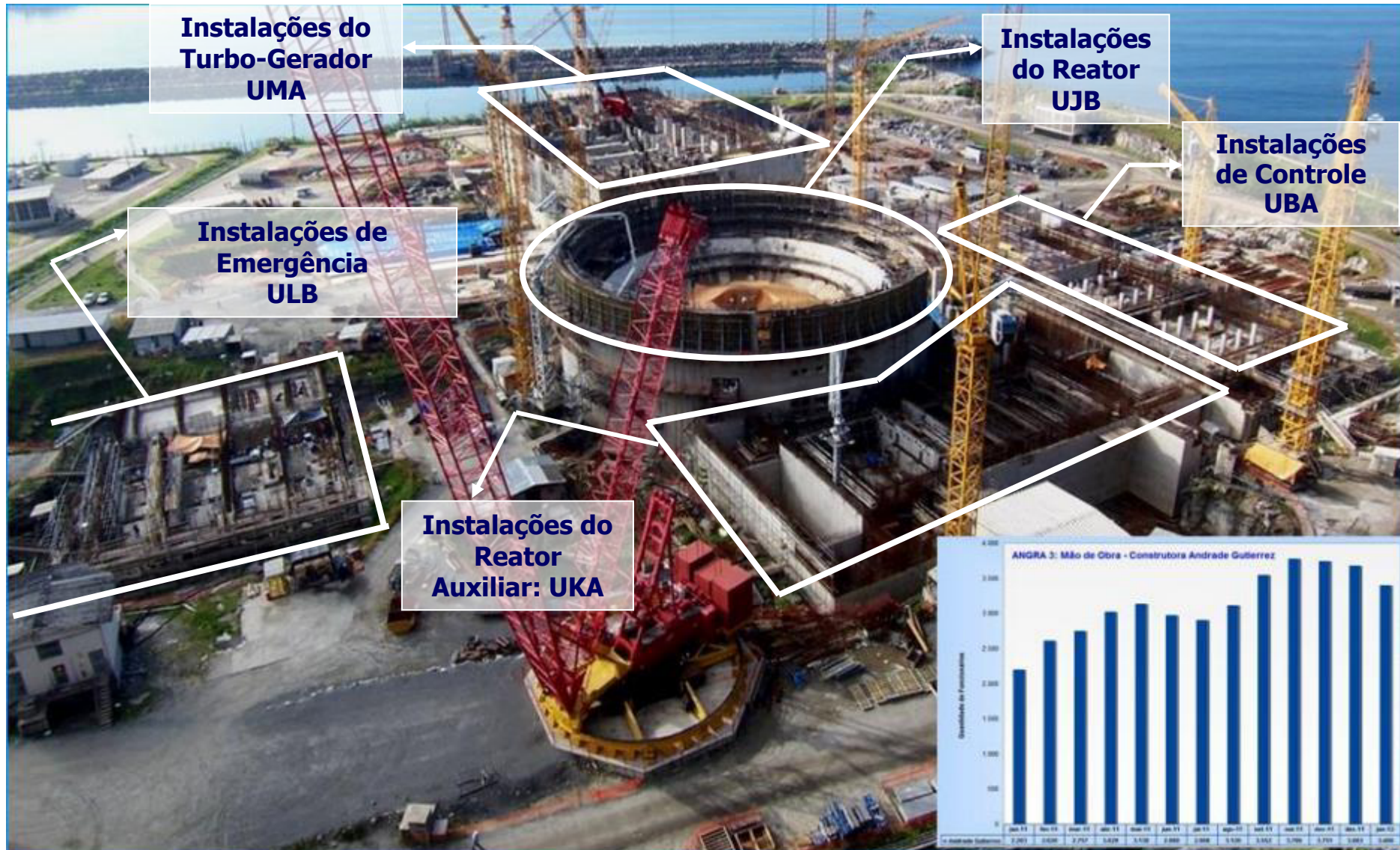
EMPREENDIMENTO	67%	67,1%
	30,3%	28,6%
		58,9%
Engenharia		88,5%
	27,0%	49,5%
		76,5%
Suprimentos		77,7%
	54,0%	19,3%
		73,3%
Obras Civas		82,1%
	6,8%	60,5%
		67,3%
Montagem Eletromecânica		19,4%
		10,8%

## **Atualmente**

- **Sistemas de Proteção para Estruturas Civas já Construídos.**
- **Preservação de Componentes e Materiais.**
- **Estudos sobre a Retomada da Construção.**

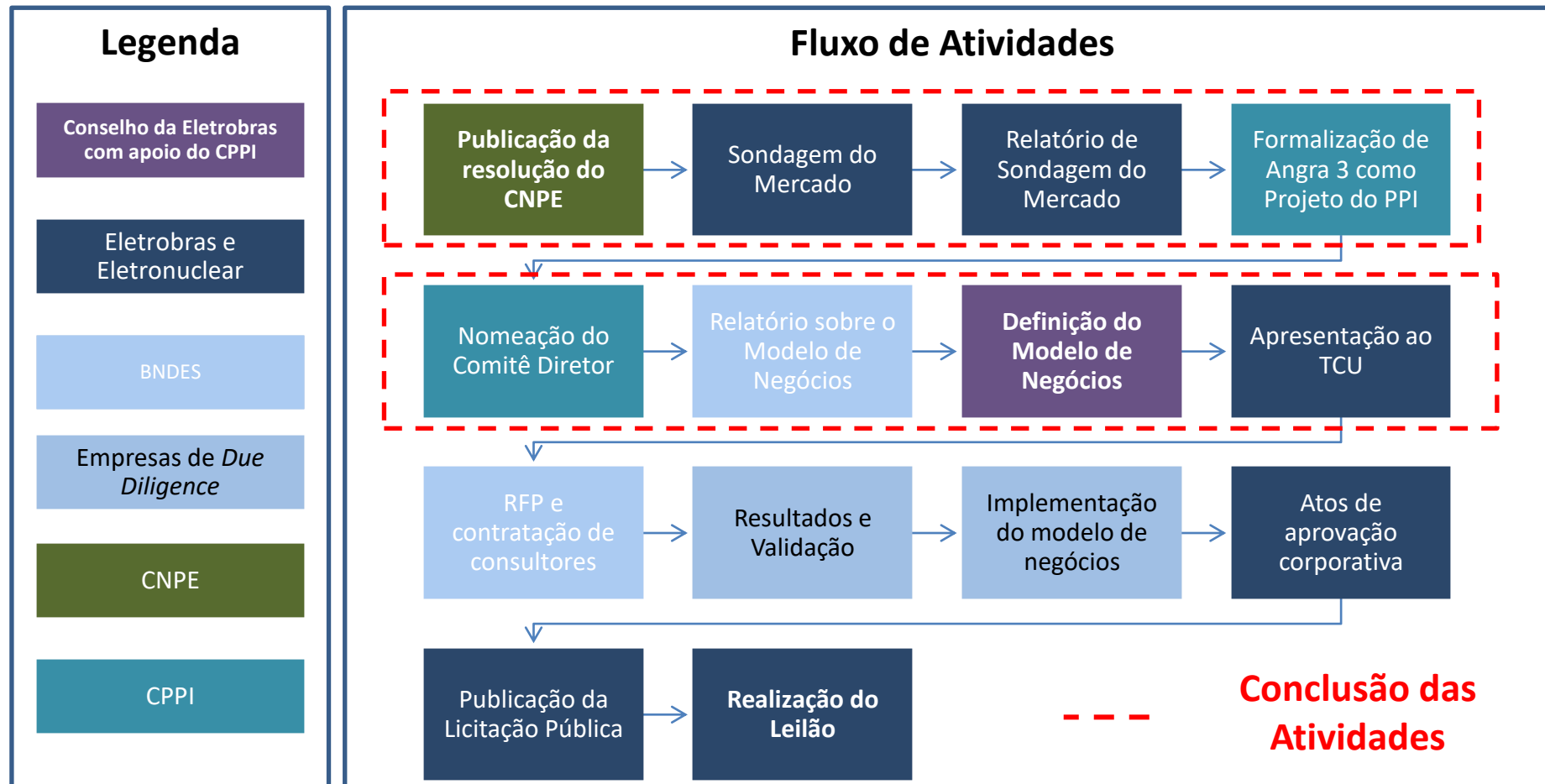


# Angra 3



# Resumindo Angra 3

Com o auxílio do Programa de Parcerias de Investimento, foi desenvolvido um fluxo de atividades para a retomada de Angra 3



# Resolução do CPPI de Junho de 2020

## RESOLUÇÃO Nº 139, DE 10 DE JUNHO DE 2020

Aprova o relatório do Comitê Interministerial acerca do modelo jurídico e operacional para viabilização da Usina Termonuclear Angra 3.

O CONSELHO DO PROGRAMA DE PARCERIAS DE INVESTIMENTOS, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 7º, **caput**, incisos I e IV, da Lei nº 13.334, de 13 de setembro de 2016, e o artigo 3º, inciso I, do Decreto nº 9.915, de 16 de julho de 2019, e

Considerando que o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, por meio da Resolução nº 14, de 19 de outubro de 2018, determinou ao Ministério de Minas e Energia – MME a submissão do empreendimento Usina Termonuclear Angra 3 ao Conselho do Programa de Parcerias de Investimentos – CPPI;

Considerando a qualificação no Programa de Parcerias de Investimentos – PPI da Usina Termonuclear Angra 3, por meio do Decreto nº 9.915, de 16 de julho de 2019;

Considerando que o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, com base no disposto no artigo 2º, parágrafo único, do Decreto nº 9.915/2019, realizou estudos para a definição de um modelo jurídico e operacional para a conclusão do empreendimento;

Considerando que o Comitê Interministerial produziu relatório com base nos estudos realizados pelo BNDES encaminhando o modelo jurídico e operacional, que se mostrou mais adequado, para a conclusão do empreendimento ao CPPI, nos termos do art. 4º, § 6º, inciso I, do Decreto 9.915/2019;

Considerando que a qualificação da Usina Termonuclear Angra 3 no PPI se deu com fulcro no disposto no artigo 4º, **caput**, inciso II, da Lei nº 13.334, de 26 de setembro de 2016, que prevê a qualificação de empreendimentos públicos federais de infraestrutura no

- ✓ Aprova o relatório elaborado com base no trabalho do BNDES
- ✓ O relatório define o modelo para conclusão de Angra 3, separando os riscos de engenharia e financeiros: Reestruturação financeira e contrato de EPC
- ✓ O Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, irá monitorar o projeto
- ✓ Inicia a Fase 2 do contrato com o BNDES - implementação do modelo

# Angra 3 – Plano de Acel. de Caminho Crítico

## Motivação

Uma solução alternativa para manter C.O.D em nov/26.

## Escopo

Avanço das obras e construção civil e instalação, bem como manutenção de insumos críticos.

## Início

### Maio de 2020

- Contratação de Engenharia do Cliente e conclusão do projeto de engenharia
- Renegociações de contrato da National Supplies
- Negociações de débito e novos insumos

Março de 2021 → Assinatura de contratos de obras civis e instalação eletromecânica.

Outubro de 2021 → Início das obras no local.



## **Energia Nuclear no Plano Nacional de Energia 2050**

# Plano Nacional de Energia 2050

## Estratégias a Longo Prazo

### Estratégia a longo prazo

*Expandir a geração de energia*

#### Desenvolver a Estratégia

*Definição de conjunto de recomendações e diretrizes a serem seguidas*

Instrumento: Relatório PNE 2050

#### Implementar a Estratégia

*Desenvolver conjunto de ações coordenadas que possibilitem a implementação da estratégia*

Instrumento: Plano de Ação

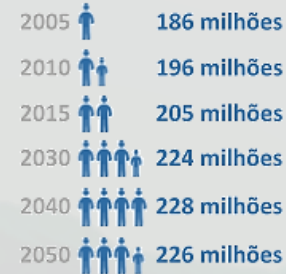
**Estratégia Energética do PNE 2050**

*Longo prazo para Expansão*

#### Monitorar a Estratégia

*Monitorar os efeitos e desdobramentos da estratégia*

Instrumento: Plano de Monitoramento



**226 MM hab.**  
Em 2050



**98 MM de residências**  
Em 2050

### Evolução do consumo de eletricidade

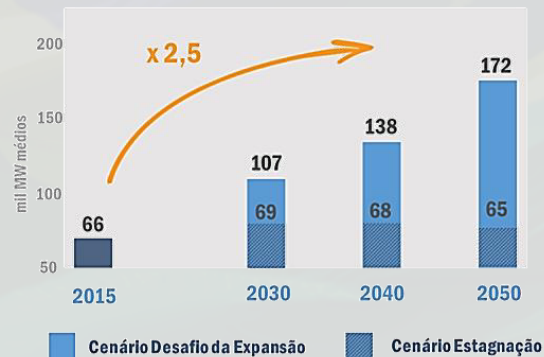


**x3,3**

Potencial de aumento do uso de eletricidade

*Engloba o consumo na rede, a autoprodução, a geração descentralizada e é calculado antes dos ganhos de eficiência energética*

### Aumento da Demanda de Eletricidade



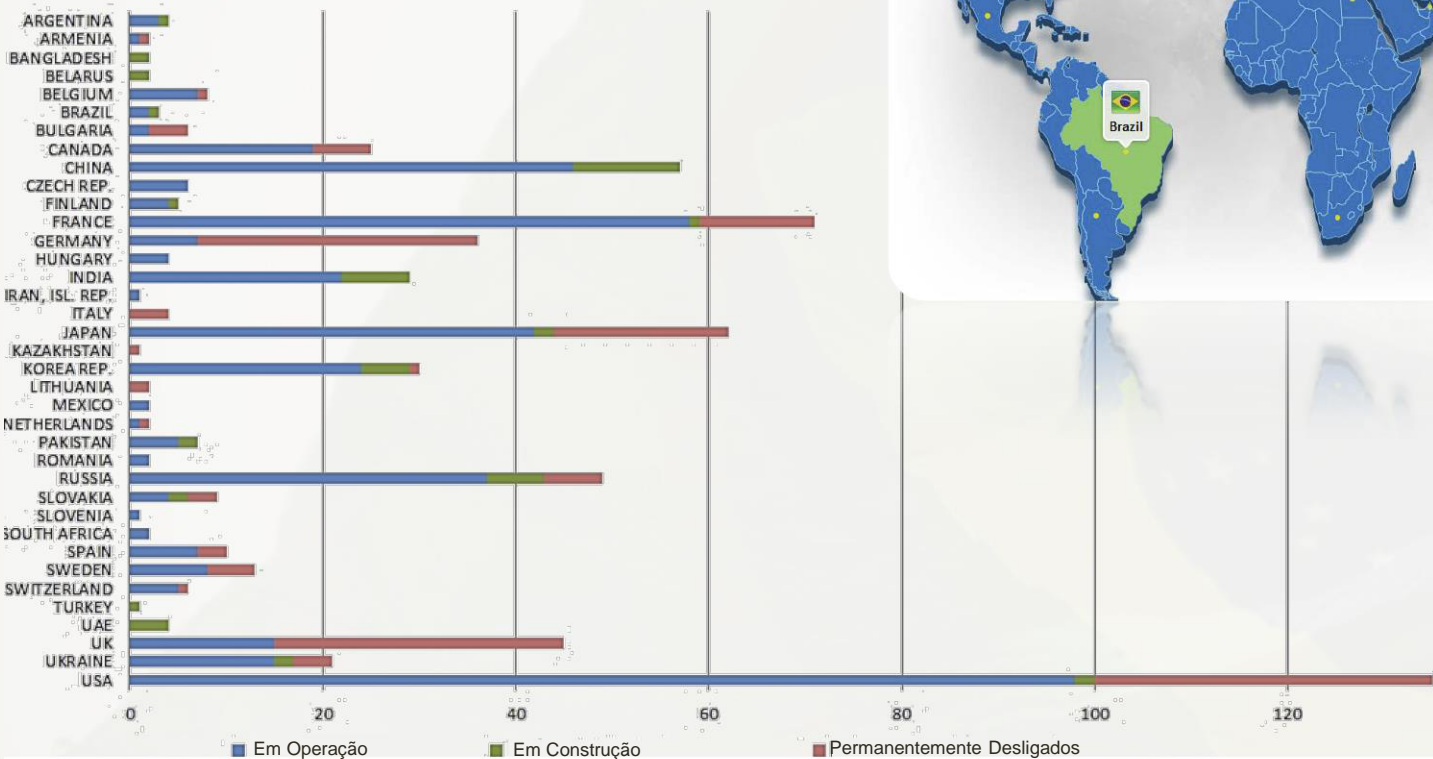
**x2,5**

É o aumento estimado na demanda.

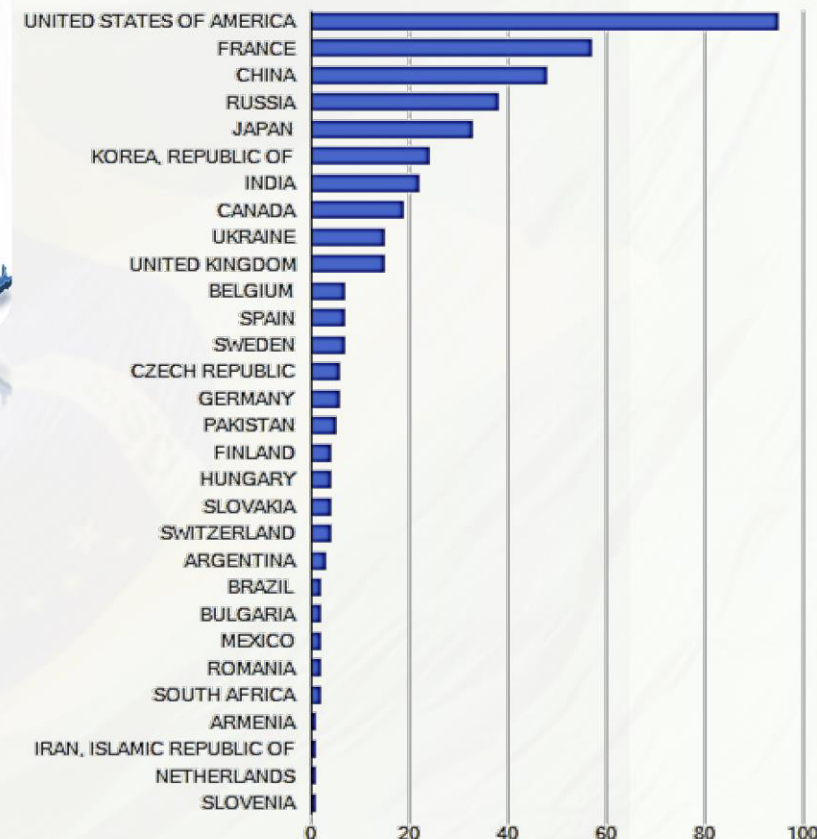
# Energia Nuclear - Panorama Mundial - 2020



## Reatores em operação e em construção



## Reatores em Operação



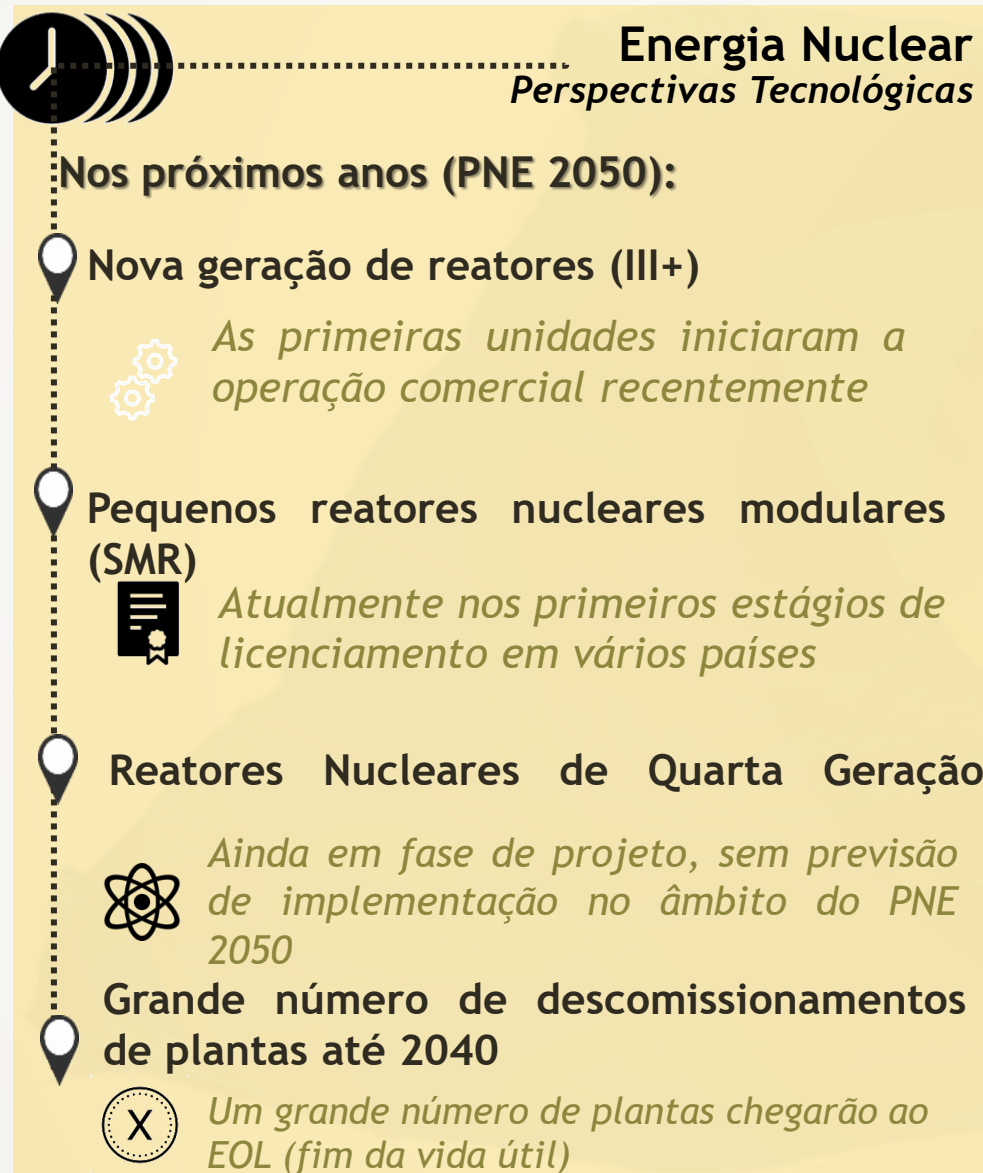
Número de Reatores

**441**    
Reatores nucleares em operação em junho de 2020

**54**    
Reatores nucleares em construção em junho de 2020

**186**    
Desligamentos de reatores nucleares até 2020

# Energia Nuclear - Perspectivas Tecnológicas



**Energia Nuclear**  
*Perspectivas Tecnológicas*

**Nos próximos anos (PNE 2050):**

- Nova geração de reatores (III+)**  
*As primeiras unidades iniciaram a operação comercial recentemente*
- Pequenos reatores nucleares modulares (SMR)**  
*Atualmente nos primeiros estágios de licenciamento em vários países*
- Reatores Nucleares de Quarta Geração**  
*Ainda em fase de projeto, sem previsão de implementação no âmbito do PNE 2050*
- Grande número de descomissionamentos de plantas até 2040**  
*Um grande número de plantas chegarão ao EOL (fim da vida útil)*



## Tecnologias Inovadoras:

*Têm o potencial de alterar substancialmente o panorama*



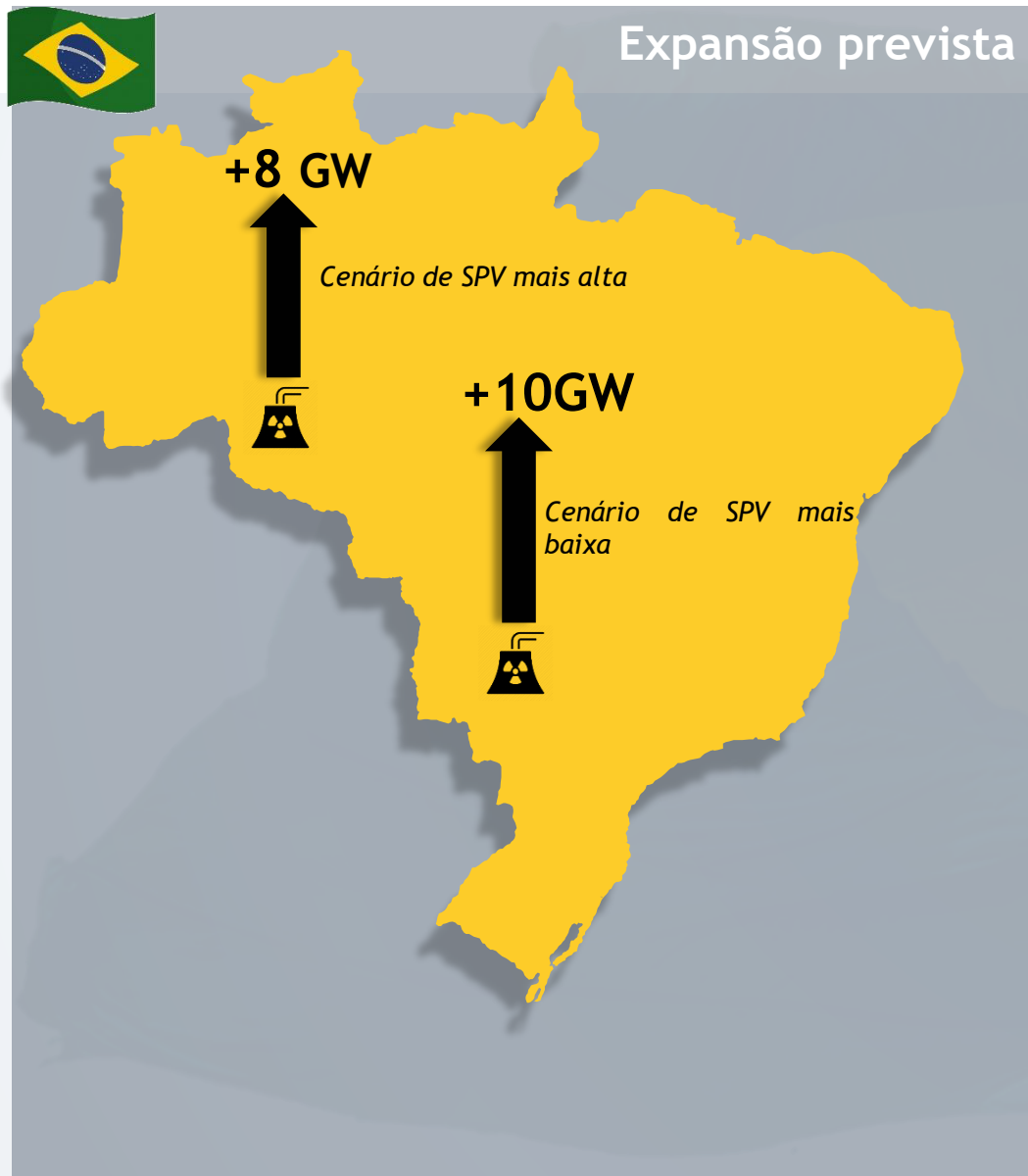
## Pequenos Reatores Nucleares Modulares (SMRs)



## Fusão Nuclear

Fonte: PNE 2050

# Energia Nuclear - Estudos quantitativos - PNE 2050



## Desafios



Comunicação

1

Comunicar o papel da Energia Nuclear de forma eficiente



Institucional

2

Promover a atualização da Infraestrutura Nuclear



Expansão

3

Avaliar a magnitude da Expansão da Geração Nuclear



Segurança

4

Garantir a segurança de todas as instalações nucleares



Prolongação da vida útil

5

Prolongar a vida útil dos reatores em operação



Mineração de urânio

6

Atualizar e expandir a avaliação dos recursos minerais nucleares no país

Fonte: PNE 2050

# Mapa da Energia Nuclear no Brasil

## Desafios do PNE 2050

@ Comunicação 1

👥 Institucional 2

⚡ Expansão 3

☢️ Segurança 4

⌚ Prolongação da vida útil 5

⛏️ Mineração de Urânio 6

## Recomendações no Horizonte do PNE 2050

1 Aprimorar a comunicação com a sociedade especialmente nas áreas candidatas.

2 Atualizar a estrutura regulatória

Estabelecer uma metodologia de planejamento que considere os fatores externos das NPPs (Política Nuclear)

3 Padronização do Projeto

Desenvolvimento de R&D e RH

Segurança dos resíduos nucleares

4 Aprimorar a segurança nuclear

Alimentar a segurança de insumos

5 Solicitar a prolongação da vida útil de plantas em operação

6 Retomar avaliações de reservas de urânio

	2020-2030	2030-2040	2040-2050
1	●	●	●
2	●	●	●
3	●	●	●
4	●	●	●
5	●	●	●
6	●	●	●

# Novas NPPS no Brasil

## Características Gerais das Novas NPPs a serem Construídas no Brasil

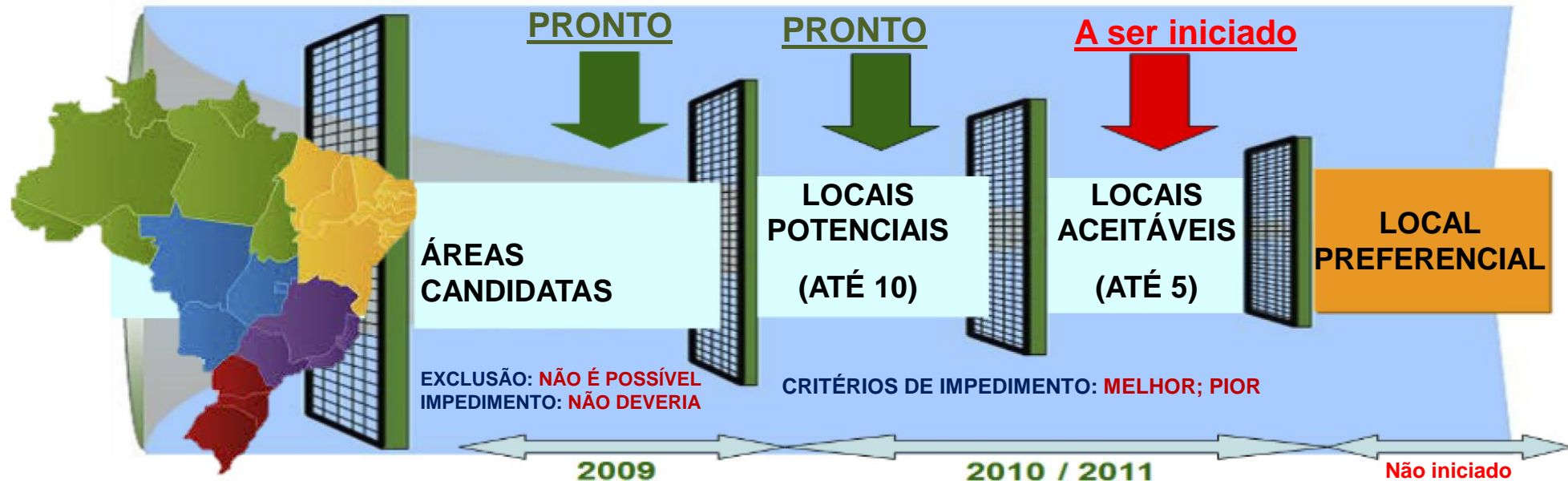
- **Tecnologia**
  - ★ NPP da 3ª geração
- **Conceito da Estação**
  - ★ Frota com de 4 a 6 unidades no mesmo local
  - ★ Benefícios da Escala Econômica
- **Potência de cada Unidade (em avaliação)**
  - ★ Duas alternativas: ~ 1 GW / > 1 GW
- **Circuito Primário (tecnologia em avaliação)**
  - ★ Adquirido no mercado internacional
- **Circuito Secundário**
  - ★ Padronização dos componentes principais
  - ★ Aumento da participação doméstica



# Novas NPPS no Brasil

## Inventário Nacional de Áreas que cumprem com os Critérios de Exclusão e Impedimento para Localização da Usina Nuclear

- **Eletronuclear**
- **EPE** (*Empresa de Pesquisa Energética*)
- **COPPE-UFRJ** (*Universidade Federal do Rio de Janeiro*)
- **GARTA** (*Grupo de Análise do Risco Tecnológico*)
  
- **Procedimento de Seleção de Local EPRI (Similar à Metodologia IAEIA)**  
Desenvolvido a partir do Guia de Localização do EPRI; Site Selection and Evaluation Criteria for an Early Site Permit Application (Guia de Localização), Março de 2002



# Novas NPPS no Brasil

## Atlas Brasileiro de Novas Usinas Nucleares

**Locais em Potencial: 40 Áreas Seleccionadas / 8 Locais Pré-Seleccionados**



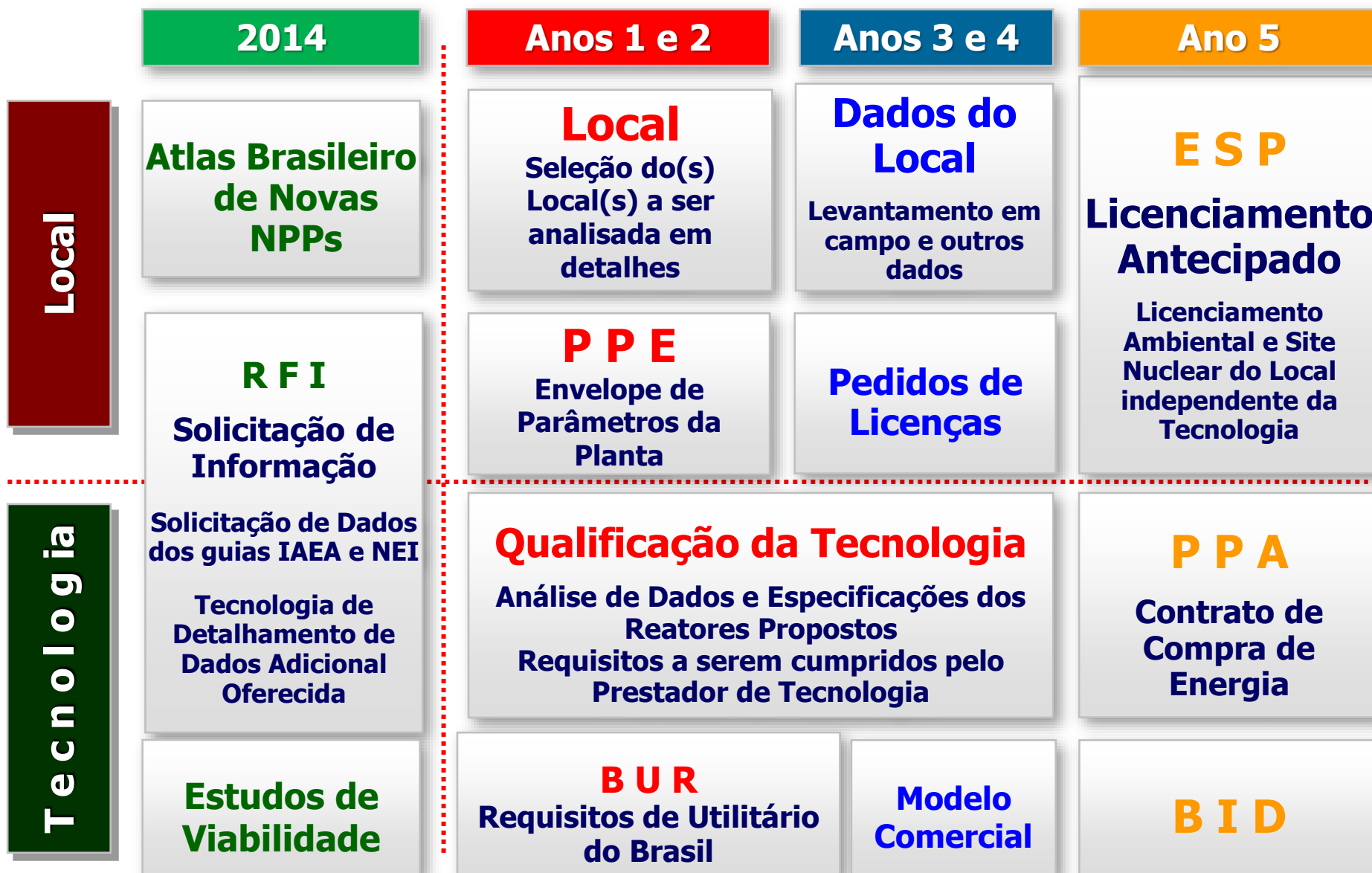
**Nordeste**



**Sudeste**



# Mapa de Novas Construções no Brasil





**MARCELO GOMES DA SILVA**

ELETRONUCLEAR

Departamento de Desenvolvimento de  
Novos Empreendimentos

[mgomes@eletronuclear.gov.br](mailto:mgomes@eletronuclear.gov.br)