

ESTUDO

SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

ABDAN

Associação Brasileira
para Desenvolvimento
de Atividades Nucleares

SEBRAE

Este estudo é uma publicação do Programa Rio Oportunidades de Negócios, criado pelo Sebrae Rio.

O programa tem como objetivo oferecer às micro e pequenas empresas informações estratégicas estruturadas sobre diversos setores da economia brasileira. Também tem como foco gerar conhecimento sobre e para os pequenos negócios a partir de uma ferramenta digital, com produtos de Inteligência Competitiva (IC) visando auxiliar os empresários nas tomadas de decisão, com rapidez e assertividade, para que cresçam de forma sustentável e competitiva.



ESTUDO

SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

RIO DE JANEIRO
ANO 2022



PÁGINA DE CRÉDITOS

©2022. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Estado do Rio de Janeiro – Sebrae/RJ.
Rua Santa Luiza, 685, 7º andar, Centro, Rio de Janeiro /RJ. Telefone: (21) 2212-7700

Todos os direitos reservados. A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998).

Presidente do Conselho Deliberativo Estadual
Antônio Florêncio de Queiroz Junior

Diretor-superintendente
Antônio Alvarenga Neto

Diretor de Desenvolvimento
Sergio Malta

Diretor de Produto e Atendimento
Júlio Cezar Rezende de Freitas

Gerência de Grandes Empreendimentos
Renato Regazzi – Gerente

Coordenação de Polos Competitivos
Wilton da Cruz Victorio – Coordenador
Larissa Passos Pereira da Silva – Analista

Gerência de Conhecimento e Competitividade
Margareth de Sousa G. Carvalho – Gerente
Leandro Pacheco de Melo – Analista
Mara Godoy – Analista

Consultor Conteudista
Bernardo Medina

Projeto Gráfico e Diagramação
JAL Design

Bibliotecário catalogador – Leandro Pacheco de Melo – CRB 7ª 5471

M491 Medina, Bernardo.
Estudo do setor nuclear brasileiro / Bernardo Medina. –
Rio de Janeiro : Sebrae/RJ, 2022.
85 p.
ISBN 978-65-5818-249-8
1. Cadeia produtiva. 2. Setor nuclear.
3. Desenvolvimento econômico. I. Sebrae/RJ. II. Título.
CDD 539.76
CDU 539.213

APRESENTAÇÃO

A necessidade de aumento da geração térmica para garantir o fornecimento contínuo e permitir o crescimento de outras fontes intermitentes - tais como a solar e a eólica - aumentará a emissão de CO². Isso indica a necessidade de se desenvolver outras fontes de energia para o futuro e alternativas entre as fontes térmicas. A Energia Nuclear e a Biomassa apresentam a menor emissão de carbono e podem ser consideradas fontes limpas.

A Energia Nuclear é uma fonte limpa, segura e competitiva. O urânio é um combustível econômico disponível no Brasil e tem uma densidade de energia muito maior do que outras fontes térmicas. O Brasil domina todo o ciclo do urânio, desde a extração até o beneficiamento - além de possuir a 9ª maior reserva do mundo.

Além da Energia Nuclear ser sustentável, ao contrário de outras fontes de energias renováveis, ela não depende do clima e registra um fator de capacidade muito maior que poderia compensar a sazonalidade da energia hídrica no Brasil. Comparada a solar e a eólica, a tecnologia nuclear utiliza uma área reduzida e pode ser instalada mais próximo dos centros de consumo.

A Energia Nuclear gera uma eletricidade competitiva e é considerada uma das mais baratas do mundo. Ao contrário do óleo e do gás, os custos da geração de eletricidade nuclear são previsíveis, pois são conhecidos no início de um projeto e não são tão sensíveis ao combustível ou às emissões de CO², especialmente no Brasil, onde o acesso a combustíveis fósseis é difícil e resultaria na dependência de outros países.

A eletricidade nuclear permite o desenvolvimento econômico e da força de trabalho, criando 3 vezes mais empregos locais que as tecnologias concorrentes. Além disso, sua produção é mais segura, apresentando o menor número de mortes/TWh produzido e a mais controlada, pois as normas de segurança da AIEA (Agência Internacional de Energia Atômica) em cada etapa do programa nuclear garantem o mais alto nível de segurança e são estruturadas para proteger as pessoas e o meio ambiente, sendo um tema sensível e monitorado por convenções internacionais.

É importante ressaltar que os projetos nucleares promovem educação e emprego, com mão de obra especializada, incrementando recursos financeiros e oportunidades para os pequenos negócios da região onde as usinas estão instaladas. Além disso, a construção de novas usinas nucleares impacta diretamente no desenvolvimento industrial da região e de sua cadeia de suprimentos, que estimula a economia e o desenvolvimento local - além de envolver outros setores diretos e indiretos, assim como as competências para atender esta cadeia.

O Sebrae Rio – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Estado do Rio de Janeiro – é uma entidade privada sem fins lucrativos que tem como objetivo fomentar o empreendedorismo e a formalização de empresas, estimulando a geração de emprego e renda através de programas específicos de desenvolvimento da cultura empreendedora e de capacitação empresarial.

A Gerência de Grandes Empreendimentos do Sebrae Rio, por meio da Coordenação de Polos Competitivos, tem como principal objetivo fomentar projetos no âmbito do Programa Nacional Brasil + Competitivo, na linha de ação Conexões Corporativas, visando promover a competitividade dos pequenos negócios nos ecossistemas corporativos, e contribuir para a melhoria de seu desempenho no relacionamento com médias e gran-

O Projeto de Desenvolvimento das Empresas da Cadeia de Valor do Setor Nuclear tem a finalidade de desenvolver as micro e pequenas empresas deste setor, como potenciais ou fornecedoras da Eletronuclear - grande empresa afiliada a Associação Brasileira para Desenvolvimento Atividades Nucleares -, visando o pleno atendimento aos requisitos do cluster nuclear e à ampliação de negócios entre as grandes e pequenas empresas desta cadeia de valor, localizadas na rota tecnológica do cluster, melhorando a competitividade de todos os atores envolvidos.

Espera-se que este estudo estimule as empresas a repensarem seus negócios, tornando-se mais competitivas para aproveitarem este momento em que o governo vem favorecendo a construção de novas usinas, reconhecendo a importância da cadeia de valor nuclear para a economia do Estado.



SUMÁRIO

1 – Introdução	9
1.1 – Energia Nuclear e as Micro e Pequenas empresas	9
1.2 – Por que energia nuclear?	11
1.3 – Escopo deste trabalho	15
1.4 – Metodologia de pesquisa	15
2 – O setor nuclear brasileiro	16
2.1 – Da pesquisa, do desenvolvimento e da consolidação	16
2.2 – O setor nuclear, hoje	17
2.3 – O Plano Nacional de Energia – PNE 2050 e os novos aspectos regulatórios	19
3 – Protagonistas do setor	21
3.1 – Eletronuclear - Eletrobras	21
3.2 – INB	27
3.3 - Nuclep	29
3.4 - ICN	30
3.5 – Amazul	32
3.6 – IAEA	34
3.7 – Abdan	35
3.8 – CNEN	35
4 – Perfil da demanda tecnológica de bens e serviços	36
4.1 – Aspectos gerais	36
4.2 - O típico processo de diligenciamento e compras do setor	40
5 – Mapeamento da cadeia de valor do setor nuclear	41
5.1 – Panorama	41
5.2 – Elo da mineração	42
5.3 – Elo do combustível nuclear	43
5.4 – Elo das Usinas Nucleares	45

5.4.1 – Características gerais	45
5.4.2 – Planejamento, projeto e pré-construção	47
5.4.3 – Construção	40
5.4.4 – Operação	50
5.4.5 – Descomissionamento	51
6 – Oportunidades para as MPE's no setor nuclear	51
6.1 – Premissas gerais	51
6.2 – Oportunidades com a Eletronuclear	52
6.2.1 – Como fornecer	52
6.2.2 – Requisitos técnicos	53
6.2.3 – Requisitos de Compliance	54
6.2.4 – Requisitos ambientais	55
6.2.5 – Demandas típicas	56
6.3 – Oportunidades com a Nuclep	58
6.4 – Oportunidades com a INB	60
6.5 – Oportunidades no segmento de Medicina Nuclear	62
6.5.1 – Princípios de Medicina Nuclear	62
6.5.2 – Oportunidades na Medicina Nuclear	63
7 – Convergência entre os eixos da cadeia	66
7.1 – Convergência setorial	66
7.2 – Interfaces com o Plano Estratégico de Logística e Cargas do Rio de Janeiro	69
7.3 – Sintonia com os setores naval, offshore e óleo e gás e siderúrgico fluminense	72
7.4 – Sintonia com empresas-âncoras nos polos da Baías da Ilha Grande e Baía de Sepetiba	73
7.5 – Correlação com o setor automotivo na região do Médio Paraíba	75
7.6 – O papel do sistema S e do SEBRAE	77
8 – Conclusão	80
9 – Fontes e referências	83

1 – INTRODUÇÃO

1.1 - ENERGIA NUCLEAR E AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

Menos empreendedores do que se gostaria demonstram interesse em oportunidades de negócio quando se fala em energia Nuclear, no Brasil. Ao que parece, baseado em pesquisas informais e conversas com pequenas empresas, isto ocorre principalmente por três motivos: complexidade, risco e incerteza. É importante entender cada um deles para, em seguida, quebrar-se os paradigmas que impedem ou dificultam a aproximação do setor produtivo – sobretudo as MPEs – deste novo setor nuclear que pode ser a locomotiva de desenvolvimento tecnológico, econômico e social para os próximos 30 anos.

O primeiro motivo de descrença vem da complexidade de ordem tecnológica que emana da expressão “energia nuclear”, que o empreendedor relaciona automaticamente a conceitos distantes e desconfortáveis da física e da engenharia de ponta. Como o empresário típico não compreende como se dá, de fato, a geração de energia elétrica a partir da fissão de átomos, nem tampouco os componentes envolvidos, ele tem receio em se envolver em negócios com o setor. A pergunta que qualifica o paradigma do empresário que apresenta essa resistência é: “Como fornecer se eu sequer compreendo como funciona?”

Entretanto, compreender detalhes específicos do que acontece dentro de um reator não é sempre pré-requisito fundamental para fornecer produtos e serviços para o setor. Tanto é verdade que empresas fornecem para o setor de óleo e gás sem que seus gestores necessariamente saibam como se extrai ou refina óleo cru – e muitas vezes a mesma empresa que atende um setor tem as qualificações para atender ao outro. O que é necessário para ser um fornecedor da cadeia nuclear é deter capacidade técnica apenas sobre seus bens e serviços, além de qualificações específicas que podem ser mais simples do que aparentam. A resposta para esse empresário seria: “Quem supera a dificuldade encontra menos concorrência”.

O segundo motivo está ligado a aparente concentração das demandas em apenas uma ou duas empresas âncora – Eletronuclear e INB - Indústrias Nucleares do Brasil S.A. O empreendedor ou não toma conhecimento da necessidade e oportunidades divulgadas por essas empresas ou teme dedicar-se a um setor que possui tal configuração, que ele considera como um risco elavado. A dúvida do empresário caracterizado por essa segunda resistência é “Porque me especializar num setor que depende da uma estatal?”.

De fato, a energia nuclear brasileira é gerada somente nas Usinas de Angra 1 e Angra 2, operadas e administradas pela Eletrobrás/Eletronuclear (controladas pelo governo), ao passo que o combustível nuclear é produzido pelas INB (também sob controle federal). Embora essas duas empresas sejam, sim, as grandes consumidoras finais ou usuárias diretas dos milhares de bens e serviços demandados pela cadeia nuclear, existem diversas outras empresas de médio e grande porte que subcontratam fornecedores de micro e pequeno porte para compor suas entregas primárias à Eletronuclear e à INB, como será demonstrado adiante neste estudo. Ou seja, é possível fornecer indiretamente para o setor e há empresas locais que, sem saber, já o fazem. A resposta para esse grupo de empresários seria: “A Petrobras foi a única operadora de um setor durante décadas e gerou negócios rentáveis para inúmeras empresas nacionais da sua cadeia de suprimento.”

O terceiro motivo está ligado à incerteza e indefinições associadas ao setor nuclear, que possui forte influência política, confirmada pela história nacional. O empresário que acompanha as notícias do setor alega que já observou uma série de mudanças, adia-

mentos de prazo na inauguração de Angra 3, revisões no plano nacional de energia, assim como observa as discussões ideológicas quanto à pertinência da matriz nuclear em meio às discussões sobre energia renovável. A resistência do empresário deste terceiro grupo pode ser resumida na seguinte questão: “Como investir num setor que muda a todo momento?”.

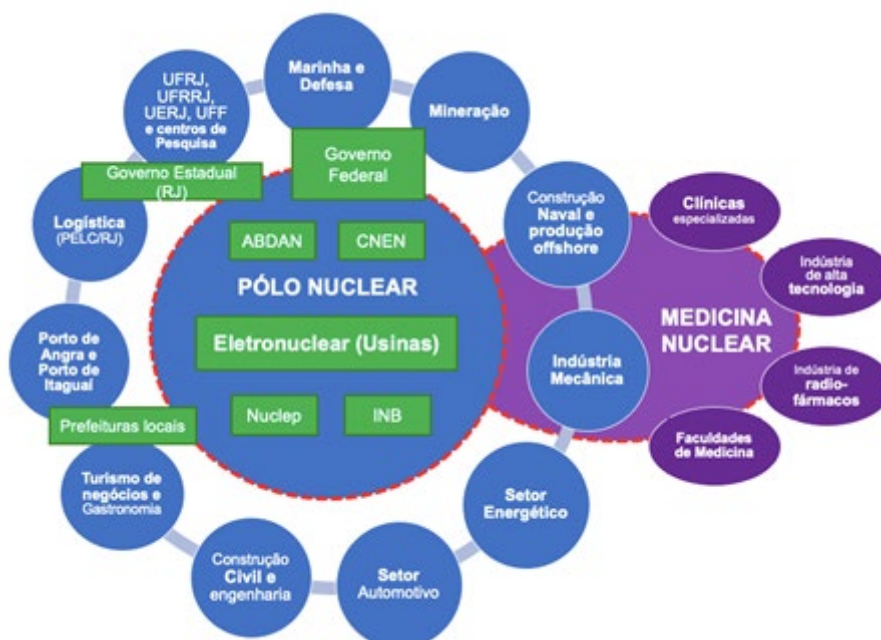


Figura 1: Representação do arranjo produtivo do setor Nuclear (Elaborado por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ)

Embora seja verdadeiro que o setor nuclear seja extremamente sensível para a estratégia dos países detentores da tecnologia de operação, até mesmo mais instável que o setor de óleo e gás, por exemplo, é possível aproveitar oportunidades de negócio mesmo em mercados com incertezas regulatórias e mudanças repentinas. Para isso, é preciso encarar o desafio de entender melhor as políticas do setor, a organização da cadeia de valor nuclear, e estar em contato com atores e instituições ligadas ao meio, antecipando riscos e oportunidades. Nesse contexto, uma resposta possível para o empreendedor paralisado com o paradigma da incerteza poderia ser: “Empreendedores de sucesso sabem correr riscos calculados.”

No outro extremo dessa cadeia, curiosamente, a Eletronuclear – principal âncora do setor – carece de fornecedores qualificados mesmo para produtos e serviços cuja complexidade tecnológica média e baixa. Isso faz com que estatal dependa de mais fornecedores estrangeiros e, em muitos casos, aumente o seu custo de aquisição pela indisponibilidade local de soluções compatíveis. Eis o paradoxo do setor nuclear: um peculiar desencontro entre demanda e a oferta local, onde a demanda central existe e a oferta precisa ser estimulada.

De um lado existem empreendedores, empresas e todo um setor produtivo – indústria, comércio e serviços – ansiosos por investimentos e fluxo de recursos, com capacidade produtiva ociosa, com necessidade de ampliar receitas e lucros. E do outro, existem empresas com interesse estratégico em desenvolver novas alternativas de fornecedores locais, destacando-se a própria Eletronuclear, INB, Nuclep e as empresas intermediárias – as chamadas EPCistas¹.

¹ Na língua inglesa, o contrato de engenharia é conhecido como Contrato de EPC. A sigla EPC significa Engineering, Procurement and Construction, isto é, engenharia, gestão de compras e construção. No Brasil, as empresas que atuam com esse tipo de contrato são também chamadas de EPCistas.

É imperativo que se compreendam e se desconstruam essas preocupações por parte do setor produtivo, em particular das empresas de micro e pequeno porte, onde acredita-se existir capacidade técnica instalada a ser ocupada ou desenvolvida. Estas empresas possuem menor lastro financeiro, tornando-a mais sensíveis aos paradigmas apresentados, e maior dependência do seu proprietário ou administrador, fazendo com que suas trajetórias sejam influenciadas pela decisão de poucas pessoas. Para estimular a oferta de bens e serviços a partir deste grupo de empresas são necessárias ações coordenadas, algumas das quais serão desdobradas nas próximas páginas.

Como este estudo, acredita-se ser possível desarmar as resistências apresentadas explícita ou implicitamente pelos empresários – ilustradas anteriormente – a partir da apresentação de informações estruturadas sobre a história do setor, decisões recentes, o momento vivido pela energia nuclear no Brasil e no mundo, aspectos básicos sobre a geração nuclear e produção do combustível, fases de um empreendimento nuclear, características da cadeia de valor do setor, bens e serviços demandados e lacunas existentes, requisitos para se tornar um fornecedor, oportunidades hoje e no futuro etc.

1.2 - POR QUE ENERGIA NUCLEAR?

Segundo o Ministério de Minas e Energia, atualmente 83% da matriz elétrica brasileira é proveniente de recursos renováveis. A maior taxa de participação é a energia hidrelétrica (63,8%), seguida pela energia eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e energia solar concentrada (1,4%). No entanto, a situação energética global está mudando. A transição para uma cesta energética caracterizada pela melhor combinação de vários substratos ainda está em sua infância.

O principal requisito da cesta de energia é minimizar o impacto negativo do consumo de recursos naturais. Por exemplo, o fim do pico da produção de petróleo e seu uso simplificado foram discutidos por muito tempo. O petróleo é um recurso limitado, que tem grandes possibilidades de aplicações valiosas depois de ser refinado, podendo ser usado não só como combustível, mas também na produção de manufaturas de alto valor agregado.

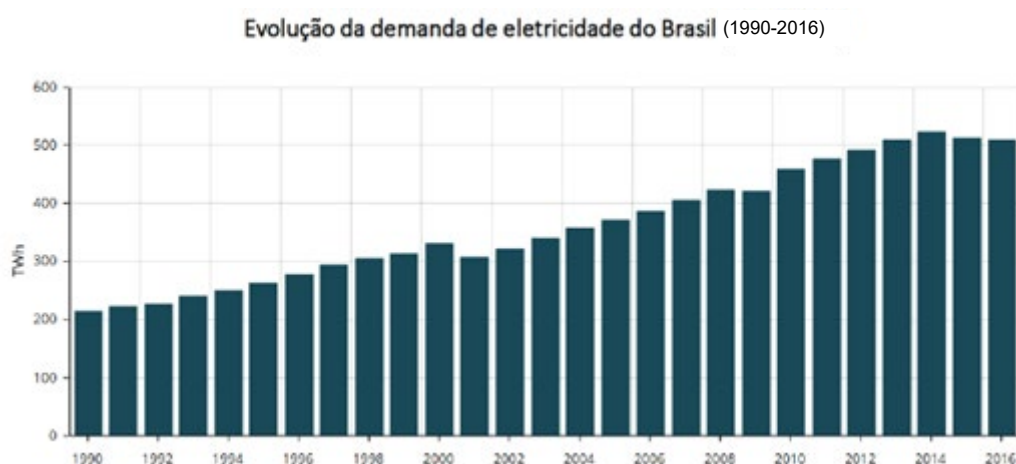


Figura 2: Demanda de eletricidade no Brasil desde 1990 (Fonte: ABDAN, extraído da apresentação “Por que nuclear?”, publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

Em resumo, podemos caracterizar a matriz energética brasileira da seguinte forma:

- **Energia hidráulica:** é gerada pelo aproveitamento das águas de rios, por meio de usinas hidrelétricas. Essa fonte de energia é dependente da quantidade de chuva, embora reservatórios guardem a água no período chuvoso para a época de escassez;
- **Energia solar:** a eletricidade é gerada por meio da radiação solar captada pelos painéis fotovoltaicos. Esses painéis podem ser instalados nos telhados das construções ou em áreas sem cobertura vegetal. Tem alto custo e baixa capacidade de armazenamento, além de só terem capacidade de geração durante parte do dia;
- **Energia eólica:** é obtida a partir do vento por meio de aerogeradores instalados em torres, só pode ser gerada quando há vento suficiente. No sul e no nordeste os ventos são abundantes e podem-se instalar parques eólicos (conjunto de geradores);
- **Petróleo:** gera energia elétrica a partir de derivados de petróleo, por meio da queima desses combustíveis em caldeiras, turbinas e motores de combustão interna, com grande emissão de CO₂;
- **Carvão mineral:** é um combustível fóssil muito usado atualmente nas siderúrgicas e usinas termoeletricas para produção de energia. É um recurso natural não-renovável originado de restos de plantas ao longo de milhões de anos, sendo o maior emissor de CO₂ entre as matrizes energéticas;
- **Biomassa:** a mais utilizada para geração de eletricidade atualmente é oriunda da cana-de-açúcar, plantada e processada principalmente nas regiões Sudeste e Centro-oeste;
- **Biogás:** o principal método de produção é a quebra biológica de material orgânico na ausência de oxigênio, conhecida como digestão anaeróbica. Em plantas industriais, os microrganismos digerem a matéria-prima em um reator controlado, produzindo biogás com 50% a 70% de metano;
- **Energia nuclear:** é a energia liberada em uma reação nuclear, ou seja, em processos de transformação de núcleos atômicos. Normalmente, utiliza-se o urânio enriquecido como combustível (usinas tipo CANDU empregam urânio natural, mas não existem no Brasil), largamente disponível em território nacional embora ainda dependente de enriquecimento no exterior. Emite pouco CO₂, mas traz preocupações quanto ao armazenamento de resíduos e eventuais acidentes.

ALTERNATIVAS NACIONAIS DE FONTES TÉRMICAS DE ENERGIA					
Combustível	Emissão de CO ₂	Disponibilidade nacional	Transporte	Custo por MWh (R\$)	Varição e origem de custos
Carvão	Muita	Limitada	Difícil	140 - 145	Pequena, nacional
Petróleo	Muita	Limitada	Difícil	> 150	Grande, commodity
Gás Natural	Muita	Limitada	Difícil	130 - 150	Grande, commodity
Biomassa	Não	Limitada	Difícil	100 - 120	Pequena, nacional
Nuclear	Não	Abundante	Fácil	200	Pequena, nacional

Figura 3: Comparativo entre fontes de energia térmica no Brasil (Fonte: ABDAN, interpretado por Bernardo Medina – Consultor do SEBRAE/RJ, a partir da apresentação “Por que nuclear?”, publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

Devemos enfatizar que consideramos bem-vinda qualquer matriz energética relacionada à redução dos impactos ambientais e sociais negativos e à ampliação dos benefícios. O desenvolvimento da energia nuclear garante estabilidade no fornecimento de energia, sendo possível destinar parte de sua receita para o desenvolvimento de uma matriz alternativa. Em vista das questões delineadas acima, e apesar dos desafios que serão explorados neste estudo, podemos supor a viabilidade de estender o Programa Nuclear Brasileiro (PNB) com segurança.

A ampliação da oferta de energia por meio da matriz nuclear possibilitará o crescimento do PIB brasileiro e a modernização de nossa estrutura industrial, além de ajudar no crescimento do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do país. Devido ao nosso histórico e nossa capacidade fabril com potencial de desenvolvimento, a modernização do parque nuclear poderá proporcionar aos nossos profissionais uma série de oportunidades com excelente formação técnica e cultural.

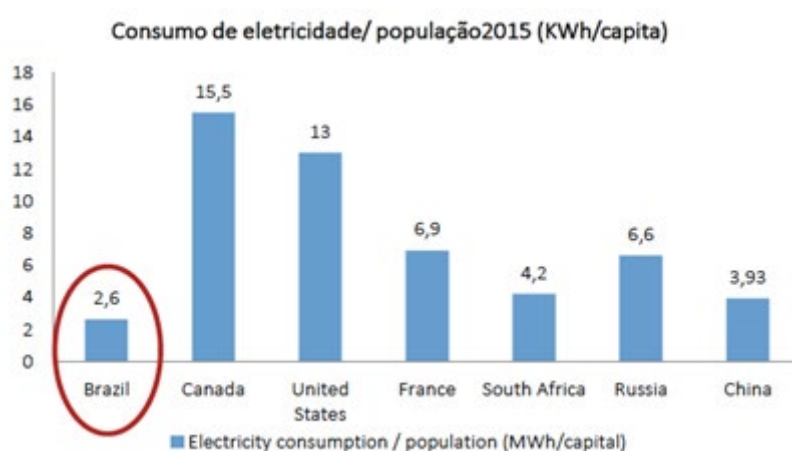


Figura 4: Consumo de eletricidade per capita em alguns países (Fonte: ABDAN, extraído da apresentação “Por que nuclear?”, publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

Quanto aos custos financeiros, embora o investimento inicial de uma usina nuclear seja consideravelmente alto, ela permanece operacional por 60 anos com um custo relativamente menor na comparação com matrizes alternativas, considerando um fornecimento de energia de base confiável. Assumamos que 50% das necessidades energéticas de um país são atendidas pela eletricidade. Se a energia nuclear responder por 25% da produção de eletricidade, a nação terá um recurso imenso a seu dispor, sem que a participação de outras matrizes seja obstruída. Ao contrário, parte das riquezas geradas a partir da fonte nuclear podem ser direcionadas no desenvolvimento de novas tecnologias de geração de eletricidade.

Além disso, é importante notar que, em comparação com países desenvolvidos e até mesmo países emergentes (como África do Sul e Rússia), o consumo de eletricidade per capita do Brasil é baixo. Nesse sentido, o crescimento econômico e o desenvolvimento social do país nas próximas décadas desencadearão a demanda por energia, o que exige um planejamento prévio da melhor estratégia para atender a essa demanda.

Um forte argumento contra o uso de energia nuclear refere-se, principalmente, aos acidentes ocorridos em Three Mile Island, Chernobyl e Fukushima. Embora as suas origens já tenham sido bem analisadas, levando a melhorias nas tecnologias de segurança de geração de energia nuclear para fábricas em operação, em construção ou planejamento, é verdade que o acidente acabou por exacerbar a percepção das pessoas de que os

processos industriais e manuais neste campo estavam fora de controle. No entanto, ao analisar o erro técnico e humano por trás dos poucos acidentes, melhorias culturais e tecnológicas foram implementadas para reduzir o risco de novos acidentes e seus respectivos desdobramentos.

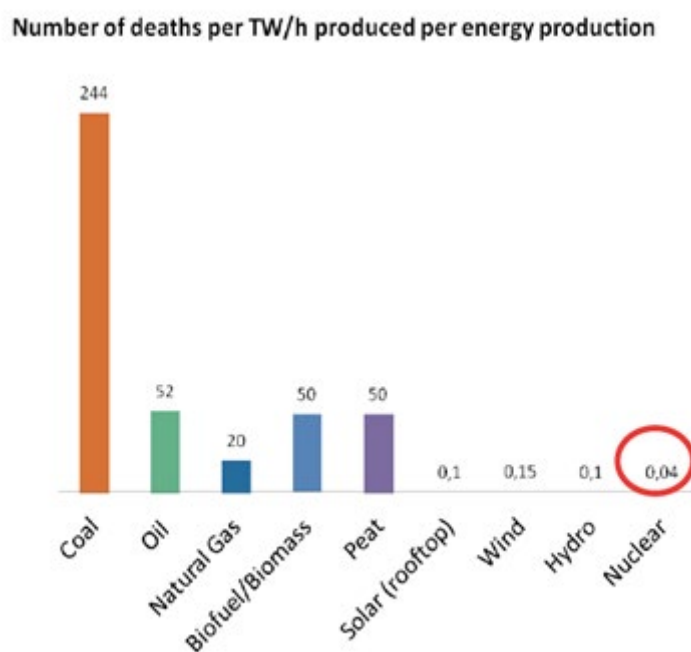


Figura 5: Mortes por TWh produzidos Fonte: ABDAN, extraído da apresentação “Por que nuclear?”, publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

Em resumo, eis os motivos para se apostar na energia nuclear:

- Um mercado elétrico em transformação com o aumento global do consumo e da necessidade da eletricidade;
- Uma base hídrica chegando ao limite de sua competitividade, ao mesmo tempo em que o Brasil possui reservas de Urânio e tecnologia para o seu enriquecimento;
- Nuclear: uma fonte limpa (com baixíssima emissão de CO²), comparativamente segura e competitiva;
- A energia nuclear promove o desenvolvimento econômico e social.

É precisamente porque vivemos difíceis momentos econômicos, políticos e sociais que devemos resolver o problema do PIB. Nosso país está passando por um processo de transformação e precisa encontrar novos caminhos e estabelecer novos modelos de desenvolvimento. O PIB é o elemento central do estabelecimento de uma política nacional voltada para o desenvolvimento do país, baseada em:

- Alta performance e alta precisão na manufatura;
- Cultura de excelência, segurança e responsabilidade ambiental;
- Criatividade da população;
- Uso dos recursos naturais disponíveis no solo brasileiro, fomentando o surgimento de novas tecnologias.

1.3 - ESCOPO DESTE TRABALHO

Este estudo do Setor Nuclear identifica os desafios e as oportunidades diretas e indiretas da cadeia produtiva do setor nuclear, fazendo a convergência com os demais elos e setores, com destaque para o logístico. Pretende ser norteador para o desenvolvimento de novos projetos de forma estratégica, tendo como principal objetivo a promoção e o adensamento da cadeia de valor do setor nos Polos Competitivos do Rio de Janeiro, como o da Baía da Ilha Grande, Baía de Sepetiba e Médio Paraíba, além de potencializar o fomento às micro e pequenas empresas potenciais fornecedoras desta cadeia, proporcionando às MPE acesso a este mercado.

Ao longo dos capítulos são abordados:

1. Perfil geral das modalidades da Cadeia de Valor do Setor Nuclear presentes no Estado do Rio de Janeiro;
2. Oportunidades de adensamento de cadeias produtivas a partir da análise das políticas e requisitos de compras de bens e serviços da Eletronuclear, INB e da Nuclep e perfil das suas demandas tecnológicas;
3. A convergência entre os elos da cadeia, com destaque para a logística, identificando a transversalidade e sintonia entre esses setores e os principais modais do Estado do Rio de Janeiro.

Neste sentido, o estudo teve seu recorte levando em consideração grandes empresas, áreas de atuação e seus respectivos enfoques, tais como:

- ABDAN - Associação Brasileira de Desenvolvimento de Atividades Nucleares;
- A Industria Nuclear Brasileira;
- INB e sua convergência com o APL Metal-mecânico e o setor logístico através do Cluster Automotivo Sul Fluminense (2º maior polo automotivo do Brasil);
- Comissão de Desenvolvimento de Fornecedores do Cluster Automotivo Sul Fluminense;
- A NUCLEP e sua convergência com o Setor Logístico através das grandes empresas do Polo Industrial da Baía de Sepetiba;
- Itaguaí Construções Navais e o Fórum de Fornecedores de Sepetiba;
- Baía da Ilha Grande e a Baía de Sepetiba;
- A ELETROBRAS-ELETRONUCLEAR e sua convergência com o Setor Logístico através das grandes empresas como a INB;
- Fórum de Fornecedores de Angra dos Reis e no Fórum de Fornecedores de Mangaratiba.

1.4 - METODOLOGIA DE PESQUISA

O estudo foi conduzido por meio de pesquisa secundária, pela técnica de síntese de dados e informações relevantes coletadas em fontes distintas, artigos, teses, dissertações, bancos de dados, relatórios, programas de governo, anais de congressos do setor nuclear e pesquisa primária, realizada online, via entrevista com especialistas vinculados a Abdan, INB, Nuclep e ELETROBRAS-ELETRONUCLEAR.

Como referência, o estudo também se baseou em entrevistas primárias com interlocutores, como Renato Regazzi – SEBRAE, Juliana Lima – SEBRAE, Wilton Victorio – SEBRAE, Celso Cunha – ABDAN, Prof. Alexandre Teixeira – UFRRJ, Karla Lepetitgalland – Eletronuclear, entre outros atores. Nestas entrevistas dada ênfase a como estabelecer pontas que conectam oferta e demanda, a possível formação de Polos, convergência setorial, adensamento das cadeias produtivas e economia do Mar.

O processo de elaboração do estudo passou pelas seguintes etapas:

- Materialidade: Análise de estudos de sustentabilidade do setor, artigos acadêmicos e referenciais gerais sobre responsabilidade social empresarial e sustentabilidade do Brasil e do mundo. O resultado da análise leva aos impactos materiais presentes ao longo da cadeia de valor do setor;
- Práticas: Pesquisa das principais práticas de empresas líderes do setor relacionadas aos impactos materiais;
- Marco Regulatório: Identificação dos principais marcos regulatórios brasileiros;
- Desafios: Proposição dos desafios ligados aos impactos mapeados;
- Alavancagem: Proposição de ações para alavancar a responsabilidade social empresarial interna e junto à sua cadeia de valor, com respeito à sociedade.

2 – O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

2.1 - DA PESQUISA, DO DESENVOLVIMENTO E DA CONSOLIDAÇÃO

A USP (Universidade de São Paulo) iniciou pesquisas teóricas sobre física nuclear no final da década de 1930. Nos dez anos seguintes, o Brasil tornou-se fornecedor de recursos minerais (monazita, th e urânio) para projetos nucleares experimentais dos EUA, como o Projeto Manhattan. Em 1947, o oficial da Marinha e o entusiasta da energia nuclear Alvaro Alberto Silva escreveu a primeira política nuclear aprovada pelo Conselho de Segurança Nacional (CSN), segundo a Wikipedia.

Embora o objetivo geral da agência seja promover a pesquisa científica e tecnológica em todas as áreas do conhecimento, o CNPq tem responsabilidades específicas para o desenvolvimento da energia nuclear. O órgão buscou então obter tecnologia nuclear dos Estados Unidos e de outros países. Devido aos atrasos causados por orçamentos limitados e turbulências políticas, foi só na década de 1950 que o programa nuclear brasileiro avançou. Kubitschek criou a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Em 1957, o Brasil obteve seu primeiro reator de pesquisa por meio do programa norte-americano “Atom and Peace” (Cotta, Renato – Marinha do Brasil).

Mais de 20 anos após a construção, a usina nuclear de Angra 2 entrou em operação comercial. Em 2004, entrou em operação a Usina de Combustível Nuclear (FCN) de Resende, centro de enriquecimento de urânio em escala comercial da INB. Em 2006, o Ministro da Ciência e Tecnologia realizou a cerimônia de inauguração do complexo em Resende, Rio de Janeiro. A INB enriquece parte de todo o urânio extraído no Brasil, enquanto o restante é enriquecido principalmente na Europa, segundo os agentes estatais.

Em 2007, o Brasil lançou o “Plano Nacional de Energia 2030” (PNE 2030), que ratificava a necessidade de ampliação da produção de energia do Brasil e recomendaria a instalação de 5,345 megawatts (MW) de energia nuclear até 2030. O plano então apoia a conclusão de Angra 3, que começou a ser construída em 2010 e ainda está em andamento - e propõe a construção de outras quatro usinas nucleares em todo o país.

No final de 2008, o Brasil assinou um acordo com o presidente francês, Nicolas Sarkozy, que estabelecia uma parceria entre os países em matéria de defesa, destacando-se aqui a construção de quatro submarinos convencionais e um de propulsão nuclear. O acordo de 12 bilhões de dólares, no entanto, excluiu a cooperação para o desenvolvimento do reator nuclear para o submarino, que deveria ser desenvolvido pela Marinha brasileira autonomamente. A data inicialmente estimada para a conclusão seria 2023, sendo que o submarino deveria entrar em funcionamento em 2025.

Em fevereiro de 2013, o governo brasileiro anunciou a criação de uma nova empresa estatal, a Amazônia Azul Defense Strategies (Amazul), cujo objetivo é promover, desenvolver e manter as tecnologias necessárias para acompanhar as atividades nucleares brasileiras, incluindo reatores nucleares.



Figura 6: Organograma do setor nuclear brasileiro (Fonte: CNEN, extraída da apresentação do Diretor de P&D, Isaac Obadia, 2011)

O Brasil também realizava experiências na área da fusão nuclear, possuindo três Tokamaks (reatores experimentais para estudo do plasma de fusão). O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) foi designado para operar o ETE (Experimento Tokamak Esférico), projetado e construído no país.

Enquanto isso, a CNEN participa do programa nuclear brasileiro e coordena a equipe técnica do Conselho de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB). Como órgão executivo da política nuclear do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC), sua atuação se traduziu em múltiplas articulações com o Ministério de Minas e Energia (principalmente por meio de ações com a INB) e o Ministério das Relações Exteriores (como o Comitê Permanente de Política Nuclear), e é a organização de ligação entre o Brasil e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). A cooperação entre a CNEN e o Ministério da Defesa baseia-se no compromisso conjunto com um programa nuclear para fins pacíficos.

2.2 - O SETOR NUCLEAR, HOJE

É precisamente porque vivemos difíceis momentos econômicos, políticos e sociais que devemos resolver o problema do PIB brasileiro. O Brasil está passando por um processo de transformação e precisa encontrar novos caminhos e estabelecer novos modelos de desenvolvimento. O PIB é o elemento central do estabelecimento de uma política nacional voltada para a promoção do desenvolvimento, baseada em: alta performance e alta precisão na fabricação; cultura de excelência, segurança e responsabilidade ambiental; criatividade da população e uso dos recursos naturais do solo brasileiro; e a criação de novas tecnologias com o objetivo de agregar valor.

Portanto, a superação das dificuldades é primordial na busca de condições estruturais que tragam maior bem-estar às pessoas. A formação do PIB e sua integração com a população reforçam o compromisso com o desenvolvimento sustentável, a partir da maior complexidade de sua cadeia produtiva e da utilização de uma matriz energética sem gás carbônico. Em outras palavras, o país participa dos esforços globais para conter o aquecimento global ao mesmo tempo que melhora soberanamente seu índice de desenvolvimento humano.

O Decreto nº 9.600, de 12 de maio de 2018, reativou o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro - CDPNB, que reuniu as decisões básicas sobre política nuclear. Sua secretaria executiva foi transferida para o Gabinete de Segurança Institucional do Palácio do Planalto da República-GSI, o que marcou o reconhecimento das características estratégicas da energia nuclear brasileira e dos conhecimentos técnicos relacionados. A decisão brasileira é análoga à posição de todos os grandes países do mundo onde existe, invariavelmente, uma centralização das decisões sobre a política nuclear no posto máximo do Poder Executivo.

O processo de formulação da Política Nuclear permitiu a formação de diversos grupos técnicos, sendo que o GSI se concentrou em temas afins, que deverão dar continuidade aos seus próximos passos. Esses grupos de trabalho participaram diretamente e se coordenaram com departamentos relevantes. Por exemplo, isso levou à priorização do projeto Reator Multifuncional Brasileiro-RMB liderado pela CNEN através do IPEN, e utilizando recursos da Saúde para implementar o projeto.

Além de produzir radioisótopos para saúde, agricultura e indústria e fornecer feixes de nêutrons para pesquisas e aplicações, o RMB também permitirá testes de combustíveis nucleares. Junto com os projetos navais existentes, a futura existência do RMB abre a perspectiva de reunir unidades de pesquisa e treinamento de pessoal no campus da ARAMAR, o que fortalecerá o relacionamento com instituições de pesquisa e cursos universitários da CNEN.

Enquanto projetava-se a reorganização do setor nuclear de acordo com o reconhecimento de suas características estratégicas, havia o problema da suspensão do projeto Angra 3. Todos os movimentos já realizados levam a crer que a construção da usina pode agora ser feita com recursos de subsidiárias da própria Eletrobras ou externos, simplesmente porque foi tomada uma resolução sobre a tarifa futura. A possível participação de recursos externos segue possível e provável, sem que se coloque em risco o controle nacional da geração nuclear.

Como consequência do resultado implícito do desenho da Política Nuclear, existe a perspectiva de se estabelecer parcerias com o setor privado também na exploração mineral. Na legislação atual, é imposto o monopólio da exploração de minerais nucleares. Dependendo de alguns fatores, vender o urânio secundário extraído para a INB pode ser lucrativo tanto para as empresas de mineração quanto para as empresas estatais. Em princípio, a solução para esse impasse não exige a retirada do monopólio, mas pode exigir mudanças na legislação. Uma das soluções é substituir a obrigação de entrega gratuita à CNEN e dar a possibilidade de compra de concentrado de urânio pela INB.

Deve-se lembrar ainda que existem tecnologias na área do ciclo de combustível nuclear que se configuram como estratégicas e estão sujeitas a controles e barreiras na área internacional. Isto não inclui a fase de extração e beneficiamento de minérios. Apenas a partir da comercialização do produto purificado é que existe um componente estratégico importante.

2.3 - O PLANO NACIONAL DE ENERGIA – PNE 2050 E OS NOVOS ASPECTOS REGULATÓRIOS

No 11º Simpósio Internacional de Energia Nuclear-SIEN 2020, o Ministro de Minerais e Energia Bento Albuquerque fez uma palestra sobre “Impacto Socioeconômico da Recuperação de Energia Nuclear na Vida Social - Energia Nuclear no Futuro”. Essa versão do SIEN teve como tema central a restauração do novo modelo de negócios da usina de Angra 3, além da perspectiva de construir até 2050 até oito novas usinas nucleares no Plano Nacional de Energia - PNE 2050.

A apresentação foi feita com base em quatro aspectos relevantes para a energia nuclear brasileira: o estado atual da energia nuclear no Brasil, a integração ministerial no desenvolvimento do setor, o impacto socioeconômico da restauração da energia nuclear e os resultados das ações para a sociedade. De acordo com as informações do simpósio, o Brasil vem tomando medidas para criar autoridade regulatória nuclear e dia a dia estamos avançando nos ajustes necessários para atualização do marco legal da atividade nuclear.

O diálogo com as associações do setor é fundamental e crítico para o PNE e o ressurgimento do setor. Entre as entidades, destacam-se a Associação Brasileira para o Desenvolvimento das Atividades Nucleares (ABDAN), a Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN), o Instituto Brasileiro de Medicina Nuclear (SBMN), a Comissão de Desenvolvimento da Sociedade de Ciências Biológicas (SBBN) e o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB). Além disso, os diálogos com atores nacionais e internacionais são frequentes e muito ativos, com foco na Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), Agência de Energia Nuclear (NEA), Agência Internacional de Energia (IEA), Agência Brasil-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC). O MME e o MCTI passarão a ser os responsáveis pelas políticas do setor após a supervisão do órgão regulador nuclear.

Nota-se que o setor nuclear pode vir a ser a espinha dorsal da estratégia de desenvolvimento sustentável, pois possui capacidade de geração de emprego e renda e contribuição para a descarbonização da matriz energética, o que é uma contribuição decisiva, fornecendo energia básica de alta confiabilidade e operação contínua. A garantia da ampliação do setor nuclear terá desdobramentos tanto na área de energia quanto nas áreas de saúde, educação, agricultura, propulsão naval, medicina nuclear, entre outras. Em curto prazo, essa estrutura será fundamental para a implantação do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (Labgene) e do Reator Multifuncional Brasileiro (RMB).



Figura 9: Comparação entre quantidade de combustível e energia gerada (Fonte: ABDAN, extraído da apresentação “Por que nuclear?”, publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

Conforme observado, a energia nuclear sempre foi uma parte importante da estrutura energética do País. A nossa matriz elétrica sempre teve forte ênfase ambiental, estamos bem posicionados para aumentar substancialmente a participação da energia nuclear na geração elétrica e temos o urânio. Entretanto, mesmo que duas universidades tenham cursos de engenharia nuclear, o Brasil ainda precisa dar maior promoção no apoio interno e no intercâmbio internacional.

A busca pela autossuficiência na produção de combustível nuclear também é outra meta estrutural da INB e da Nuclep. Outros objetivos são aumentar a exportação de combustível nuclear com a ampliação da cascata de enriquecimento, o que será possível com a retomada da mineração de urânio em Santa Quitéria / CE e Caetité / BA etc.

Nos próximos anos, para restaurar o setor, foi anunciado no evento SIEN 2020 um investimento de 15,5 bilhões de reais, com previsão de expansão da exportação de urânio para 1,5 tonelada/ano, com previsão de geração de empregos e renda bastante positivos. Para o país: projeta-se a aceleração de Angra 3, com planos de construção e operação que devem gerar 9,3 mil empregos; restauração de empregos em Caetité, criando 1.800 empregos; ampliação da operação em Santa Quitéria, gerando 4.500 novos empregos.

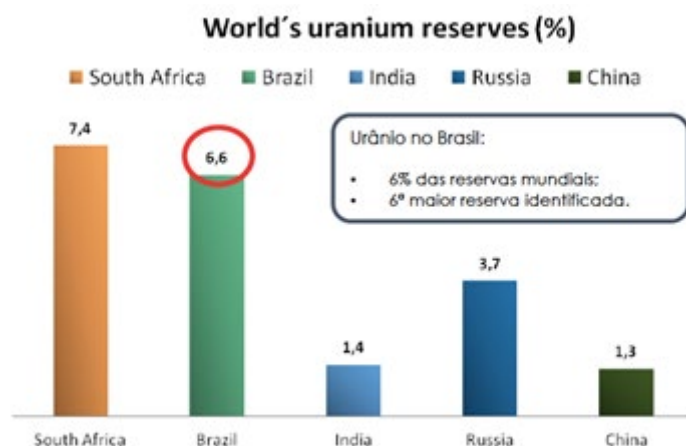


Figura 10: Reservas de Urânio brasileiras em comparação a outros países (Fonte: ABDAN, extraído da apresentação "Por que nuclear?", publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

A formulação do "Plano Nacional de Energia-PNE 2050" recomenda a expansão da geração de energia nuclear para 10 GW em 30 anos e traz muitos desafios, como a melhoria das regulamentações para atrair investimentos privados, incluindo a indústria de mineração. Outras ações previstas são: concluir o projeto Angra 3 até 2026; estender a vida útil de Angra 1 por mais 20 anos e retomar a mineração de urânio. Ainda estão previstas ações relacionadas às atividades de recuperação, como a implantação de bacias de rejeitos nacionais de baixa e média resistência, conclusão do Labgene e estabelecimento da cadeia produtiva do setor, clusters nucleares, integração de empresas, laboratórios e indústrias e utilização da distância física relativa dessas unidades.

Sem dúvida, o setor nuclear está enxergando as medidas como uma verdadeira "arrumação de casa", definido na nova medida provisória (MP 998/2020). O teor da nova MP pode ser dividido em dois blocos. O primeiro deles se refere à retomada das obras de Angra 3, com uma definição clara de quem será o responsável por decidir o processo de outorga de autorização para a exploração da planta. Segundo Celso Cunha, presidente da ABDAN, isso mostra que o Ministério de Minas e Energia está trabalhando e dando sequência aos atos, arrumando o que é necessário para terminar Angra 3, além das questões relacionadas à INB e Nuclep.

A MP inclui na lei a determinação de que será o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que irá definir os próximos passos. Por exemplo, hoje o capital privado majoritário em uma usina nuclear é proibido, embora o setor privado possa participar do empreendimento como minoritário. A medida provisória não traz ainda a definição de como será a contratação desse parceiro, sendo que o mais importante é que será o CNPE o órgão que vai definir isso no futuro. A MP define ainda que o conselho também será responsável pela celebração do contrato de comercialização de energia de Angra 3.

A segunda novidade da MP é em relação a INB e a Nuclep. Como todos sabemos, no passado a empresa pertencia à CNEN. Porém, quando o atual governo federal foi estabelecido, as empresas estatais passaram para a liderança do Ministério de Minas e Energia.

O governo federal prepara também um projeto de medida provisória (MP) para estabelecer a Agência Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), uma nova agência para fiscalizar as atividades nucleares. É uma resposta a solicitações de órgãos de controle como o Tribunal de Contas da União (TCU) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). Entende-se que a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) está atualmente monitorando suas próprias atividades. O comitê também é o órgão executivo do setor nuclear e de projetos de política fiscal. A atuação da futura autoridade inclui ações não relacionadas diretamente com a geração de energia, como projetos de irradiação de alimentos e medicina nuclear.

Além das usinas nucleares de Angra 1 e 2, a ANSN ficará responsável, por exemplo, por fiscalizar o Reator Multifuncional Brasileiro, do IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) e mais de duas mil instalações nas áreas de segurança, serviços, indústria e medicina. A Amazul (Amazônia Azul Tecnologias de Defesa), por exemplo, pretende criar centros de irradiação voltados para esterilização de alimentos, medicamentos, cosméticos, insumos para a área médica e outras indústrias. Estatal da Marinha, a Amazul foi criada em 2013 para desenvolver tecnologias prioritárias do Programa Nuclear da Marinha (PNM) e do Programa Nuclear Brasileiro (PNB). O projeto de maior identificação com as forças armadas é o reator de propulsão nuclear.

3 – PROTAGONISTAS DO SETOR

3.1 - ELETRONUCLEAR – ELETROBRAS

A Eletrobras Eletronuclear foi criada em 1997 com a finalidade de operar e construir usinas term nucleares no Brasil. Subsidiária da Eletrobras, é uma empresa de economia mista e responde pela geração de aproximadamente 3% da energia elétrica consumida no Brasil. Pelo sistema elétrico interligado, essa energia chega aos principais centros consumidores do país e corresponde, por exemplo, a mais de 30% da eletricidade consumida no Estado do Rio de Janeiro, proporção que se ampliará consideravelmente quando Angra 3, terceira usina da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - CNAEA estiver concluída.

A fissão dos átomos de urânio dentro das varetas do elemento combustível aquece a água que passa pelo reator a uma temperatura de 320 graus Celsius. Para que não entre em ebulição – o que ocorreria normalmente aos 100 graus Celsius – esta água é mantida sob uma pressão 157 vezes maior que a pressão atmosférica. O gerador de vapor realiza uma troca de calor entre as águas deste primeiro circuito e a do circuito secundário, que são independentes entre si. Com essa troca de calor, a água do circuito secundário se transforma em vapor e movimenta a turbina - a uma velocidade de 1.800 rpm - que, por sua vez, aciona o gerador elétrico.

Esse vapor, depois de mover a turbina, passa por um condensador, onde é refrigerado pela água do mar, trazida por um terceiro circuito independente. A existência desses três circuitos impede o contato da água que passa pelo reator com as demais. Uma usina nuclear oferece elevado grau de proteção, pois funciona com sistemas de segurança redundantes e independentes (quando somente um é necessário). Atualmente estão em operação as usinas Angra 1, com capacidade para geração de 640 megawatts elétricos, e Angra 2, de 1350 megawatts elétricos. Angra 3, que será praticamente uma réplica de Angra 2 (incorporando os avanços tecnológicos ocorridos desde a construção desta usina), está prevista para gerar 1405 megawatts elétricos.

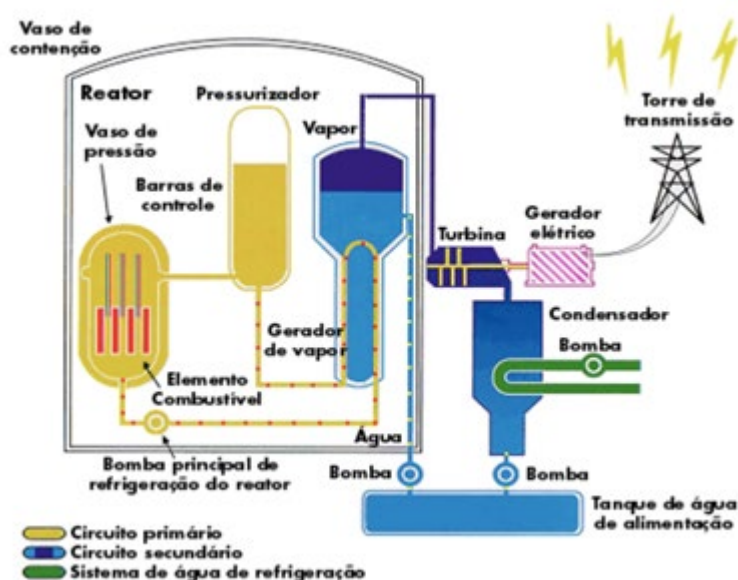


Figura 11: Esquema de funcionamento das usinas nucleares de Angra (Fonte: Eletronuclear, disponível em <https://www.eletronuclear.gov.br/Paginas/default.aspx>, acessado em 27/11/2020)

Desde 2013, pela Lei 12.111 (09/12/2009), a eletricidade produzida pelas usinas Angra 1 e Angra 2 é comercializada com todas as distribuidoras de energia do Sistema Interligado Nacional (SIN), em regime de cotas-partes. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) define anualmente as proporções destas cotas-partes e os montantes anuais de energia a serem alocados, de acordo com os mercados consumidores de cada distribuidora. A soma destes montantes compõe a energia contratada para Angra 1 e Angra 2, limitada à soma das garantias físicas das usinas, descontados o consumo interno da Central Nuclear e as perdas na rede de transmissão. Além disso, a ANEEL estabelece um valor de receita fixa anual correspondente a energia contratada, faturada em parcelas mensais junto às distribuidoras. O valor da tarifa da energia produzida por Angra 1 e Angra 2 corresponde, então, ao valor desta receita fixa dividida pela energia contratada. Para o ano de 2018, este valor correspondeu a R\$ 240,80 por MWh.

Com relação a Angra 3, foram recentemente identificados os seguintes avanços:

- Aprovação pelo Conselho do Programa de Parcerias de Investimentos – CPPI do Relatório emitido pelo BNDES com recomendação do modelo de negócio a ser adotado para conclusão do empreendimento;
- Aumento do capital social da Eletronuclear no valor de R\$ 1.886 milhões - mediante conversão de créditos de AFAC no valor de R\$ 850 milhões e de créditos de financiamento no valor de R\$ 1.036 milhões, ambos pertencentes à Eletrobras;
- E aprovação de concessão de AFAC para a Eletronuclear nos valores de R\$ 1.052 milhões e R\$ 2.447 milhões para 2020 e 2021, respectivamente.



Figura 12: Obras para construção da Usina Nuclear Angra 3 Fonte: Eletronuclear, disponível em <https://www.eletronuclear.gov.br/Paginas/default.aspx>, acessado em 27/11/2020)

Angra 3 será a terceira usina da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada na praia de Itaorna, em Angra dos Reis (RJ). Quando entrar em operação comercial, a nova unidade com potência de 1.405 megawatts, será capaz de gerar mais de 12 milhões de megawatts-hora por ano, energia suficiente para abastecer as cidades de Brasília e Belo Horizonte durante o mesmo período. Com Angra 3, a energia nuclear passará a gerar o equivalente a 50% do consumo do Estado do Rio de Janeiro. A nova usina é irmã gêmea de Angra 2. Ambas contam com tecnologia alemã Siemens/KWU (hoje, Areva ANP). As etapas de construção da Unidade incluem as obras civis, a montagem eletromecânica, o comissionamento de equipamentos e sistemas e os testes operacionais.

Dados técnicos de Angra 3:

- Potência instalada: 1.405 MW;
- Projeto Básico: Siemens/KWU, atual Areva;
- Reator PWR (água leve pressurizada);
- Área: cerca de 82.000 m²;
- Concreto: 200.000 m³;
- Aço: 30.800 t;
- Equipamentos: 17 mil t;
- Pintura: 370 mil m²;
- Grau de nacionalização: 54% (em valor);
- Investimento: R\$ 14,9 bilhões para conclusão (base de preço – 12/2014).

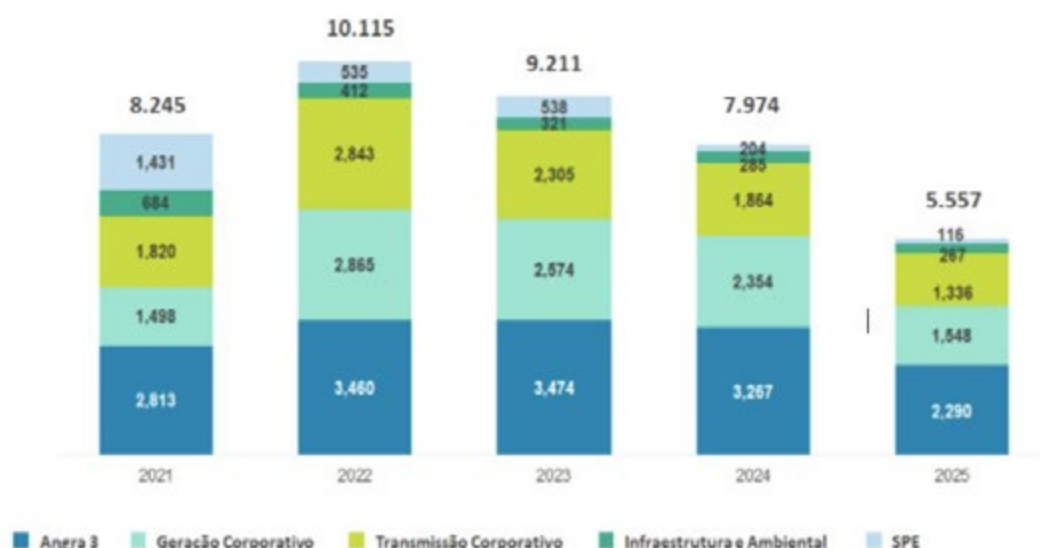


Figura 13: Orçamento Eletrobras com destaque para Eletronuclear/Angra 3 Fonte: Eletronuclear, disponível em <https://www.eletronuclear.gov.br/Paginas/default.aspx>, acessado em 27/11/2020)

Os recursos para a construção de Angra 3 estão sendo obtidos, principalmente, por meio de empréstimos tomados pela Eletrobras, controladora da Eletronuclear. Os equipamentos e serviços contratados no mercado nacional estão sendo custeados por meio de financiamento do BNDES, enquanto o financiamento para a aquisição de máquinas e equipamentos importados e a contratação de serviços externos estão sendo feitos com a Caixa Econômica Federal.

Até meados de 2015, haviam sido executadas cerca 67,1% das obras civis da Usina. O progresso físico global do empreendimento, considerando todas as outras disciplinas envolvidas, é de 58,4%. Já foram alocados ao empreendimento cerca de R\$ 5,3 bilhões de um total de R\$ 14,8 bilhões (base de junho de 2014), de custos diretos, que serão investidos, sendo que aproximadamente 75% desse valor serão investidos dentro do país.



Figura 14: Desenvolvimento social e regional promovido pela Eletronuclear Fonte: ABDAN, extraído da apresentação "Por que nuclear?", publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

Os instrumentos que norteiam a estratégia nas empresas Eletrobras e na Eletronuclear são, respectivamente, o Plano Diretor de Negócios e Gestão (PDNG) e o Plano de Negócios e Gestão (PNG). Eles possuem horizonte de cinco anos e contêm, principalmente, diretrizes, indicadores, metas e projetos para o alcance dos objetivos estratégicos. O monitoramento desses planos ocorre periodicamente através dos principais indicadores de desempenho operacional, gestão, governança e socioambientais.

O Plano Diretor de Negócios e Gestão (PDNG), estruturado para o quinquênio 2021-2025, reafirma a identidade empresarial da Companhia (Propósito, Visão e Valores), sendo este um desdobramento do Plano Estratégico 2020-2035, que define os projetos a serem desenvolvidos pelas empresas, visando ao alcance dos objetivos estratégicos voltados para o crescimento e modernização sustentável da Eletrobras e alinhados às novas tendências do setor de energia.

Importância da Eletronuclear para a Costa Verde

Um projeto de uma usina de geração de energia gera empregos, movimenta a economia e aumenta a arrecadação fiscal. Mais especificamente quando da construção de usinas do tipo nuclear, os benefícios vão além da criação de empregos básicos, uma vez que a complexidade do empreendimento impulsiona o desenvolvimento tecnológico da região onde se instala. A exigência de profissionais qualificados amplia o mercado para a mão de obra superior ou de nível técnico especializado e estimula o aperfeiçoamento do sistema educacional que pode formá-la. A Costa Verde é um caso emblemático do desenvolvimento tecnológico, econômico e social provocado pelas Centrais de Angra 1 e 2, o que será intensificado a partir do início da operação de Angra 3, atualmente em construção.

A partir do princípio da construção e operação da usina nuclear Angra 1, a Eletronuclear tem sido um grande vetor de investimento no aprimoramento das condições e qualidade de vida das comunidades dos municípios do seu entorno. O investimento é realizado através de programas voltados para a áreas como saúde, geração de renda, educação, manutenção de vias e rodovias, conservação de patrimônio e o fornecimento de recursos para entidades como a polícia militar, a Defesa Civil e os Bombeiros.

A geração de renda promovida pela ETN na Costa Verde se dá, portanto, de três formas principais:

- Geração de cerca de 2.500 empregos diretos fixos, número que chega ao triplo durante as obras de construção de Angra 3;
- Geração de mais de 10.000 empregos indiretos pela movimentação da economia local para atender à demandas da Usina e de seus colaboradores, podendo chegar a 30.000 empregos indiretos durante as obras de Angra 3;
- Investimentos, parcerias e convênios entre a estatal e entidades do setor público local nas mais diversas áreas.

A partir do licenciamento ambiental da usina de Angra 3, essas iniciativas se fortaleceram, traduzindo-se num conjunto de cerca 180 projetos, no valor total estimado de R\$ 484 milhões, segundo a ABEN. Somente até o ano de 2013, já tinham sido firmados 25 convênios entre a Eletronuclear e diversas entidades do setor público e privado, no montante de R\$ 180 milhões, impactando direta ou indiretamente cerca de 150 mil pessoas, entre moradores do entorno e visitantes habituais dos municípios. Grande parte dos convênios tem foco no esporte, educação e cultura, saúde, meio ambiente, além do fomento a atividade econômica para as comunidades locais.

Um dos principais programas foi a reforma do Hospital de Praia Brava (HPB), que atende funcionários da estatal e a população do entorno das Usinas, sendo a referência médica na região, anualmente superando 300.000 atendimentos. Outras iniciativas da ETN na saúde local são os convênios com a prefeitura de Angra dos Reis para o Hospital de Japuíba e da Santa Casa de Misericórdia de Angra.

Visando fomentar novas atividades econômicas para as comunidades da região, a Eletronuclear tem um programa em parceria com a Prefeitura de Angra dos Reis e a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, cujo objetivo é manter e monitorar as fazendas marinhas existentes na Baía da Ilha Grande. Outro apoio substancial da estatal é visto no Projeto de Repovoamento Marinho da Baía da Ilha Grande (Pomar), liderado pelo Instituto de Ecodesenvolvimento da Baía da Ilha Grande (IED-BIG) e com financiamento por convênio no valor de R\$ 2,2 bilhões, iniciado em 2010. O Projeto Pomar desenvolveu a maricultura de Angra, criando renda adicional para pescadores e colaborando para evitar a extinção da vieira, molusco quase extinto no entorno devido à pesca predatória.

Do ponto de vista social, a Eletronuclear emprega portadores de necessidades especiais da Fundação Pestalozzi e da Associação de Surdos e Mudos, que atuam no projeto das Fazendas Marinhas. A ETN, inclusive, doou fazendas marinhas para maricultores locais e beneficiando, assim, toda a comunidade. No ano de 2009, o projeto ganhou prêmio do CREA-RJ (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Rio de Janeiro), como um dos principais projetos de sustentabilidade na Costa Verde.

A estatal investiu, somente em 2012, um montante de quase 5 milhões de reais em educação na região, destacando-se o convênio com a ONG Semear, para Alfabetização de Adultos e Qualificação em Confecção de Artesanato e Costura. O projeto atendeu cerca 1,8 mil jovens e adultos de Angra dos Reis e Paraty entre 2012 e 2016, qualificando-os para trabalhar com o setor turismo, outra vocação da região. A Eletronuclear também incentiva o ensino nas escolas municipais da Costa Verde por intermédio de parcerias com as prefeituras, por exemplo, para reformas e ampliação das unidades, ou aquisição de equipamentos de apoio. Em matéria de educação ambiental, a ETN empreende um projeto contínuo voltado para estudantes, dentro do qual eles recebem informações detalhadas sobre a vegetação da Mata Atlântica.

Em parceria com a FAPERJ, a empresa também tem estimulado a educação patrimonial por meio de iniciativas como o Projeto Arqueologia Educação Patrimonial, para alunos da rede estadual de ensino, com objetivo de divulgar o potencial arqueológico dos municípios da região. No âmbito da cultura, um projeto importante é desenvolvido em Paraty pela ONG Silo Cultural, com o apoio da ETN, promovendo aulas de teatro, dança e música, incluindo tradições negras e indígenas.

Cada um destes projetos, iniciativas e investimentos fazem da Eletronuclear não somente a principal empresa como a mais importante instituição de toda a região da Costa Verde. Além de gerar energia elétrica, a empresa contribui direta e indiretamente para a circulação da economia local, gerando oportunidades de negócio em múltiplos setores. Mais adiante neste estudo, na seção sobre oportunidades para as MPE's, estarão destacadas demandas da estatal que podem ser atendidas por empresas locais.

3.2 - INB

Fundada em 1988, a Indústrias Nucleares do Brasil – S.A (INB) incorporou as empresas que faziam parte da Nuclebrás, criada para cumprir o Acordo Nuclear Brasil - Alemanha. Com o objetivo de concentrar todo o ciclo de produção do combustível nuclear – desde a mineração até a montagem e entrega do elemento combustível -, a INB foi idealizada para impulsionar a produção da energia nuclear no país. Só quatro países possuem reservas de urânio e tecnologia de enriquecimento. São eles: Estados Unidos, Rússia, China e Brasil.

ANÁLISE SWOT DA INB

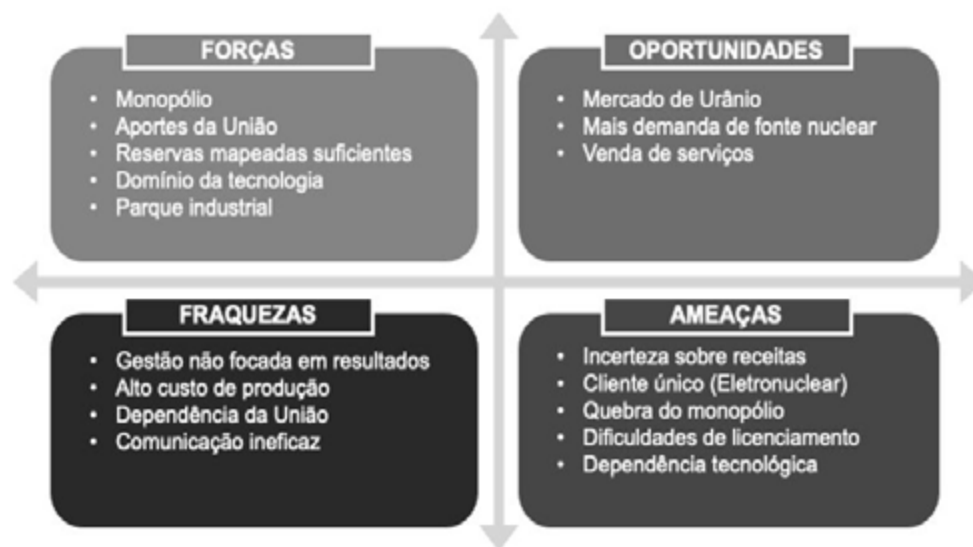


Figura 15: Análise estratégica da INB segundo ela própria (Fonte: INB, disponível em <https://www.inb.gov.br>, acessado em 10/12/2020)

Um dos marcos na produção de energia nuclear no Brasil foi o desenvolvimento da tecnologia de ultracentrifugação no final da década de 1970. O projeto foi realizado pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) em parceria com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN). Desde então, o país faz parte do seleto grupo de doze países que dominam esta tecnologia. Na Fábrica do Combustível Nuclear, em Resende, são fabricados os combustíveis nucleares que abastecem as usinas de Angra 1 e Angra 2.



Figura 16: Reservas de Urânio no Brasil, segundo INB, extraído da apresentação da ABDAN “Por que nuclear?”, publicada em novembro de 2020 pelo seu Presidente Celso Cunha)

Em outubro de 2019, foi inaugurado o primeiro dos quatro módulos da primeira fase da Unidade de Enriquecimento de Urânio da Fábrica de Combustível Nuclear. As quatro cascatas de ultracentrífugas que formam esse módulo fazem parte de um investimento total de R\$ 580 milhões, estimado para esta fase do projeto. A expectativa da empresa é atender a 100% da demanda das 3 usinas.

A esperada modificação da natureza jurídica da INB de sociedade de economia mista para empresa pública foi, enfim, efetivada em dezembro de 2020, na Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro. O estatuto foi alterado de forma a adequá-lo ao que estabeleceu a Medida Provisória nº998, de 2020, que cedeu para a União as ações de titularidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) do capital social da INB e definiu sua conversão em empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, através do resgate integral de participações dos demais acionistas, todos privados.

Importância da INB para a região do Médio Paraíba

O crescimento econômico e industrial da região norteou a atuação da INB na área de responsabilidade social em Resende. A empresa buscou capacitar os jovens locais para um mercado de trabalho que demanda profissionais em múltiplas especialidades, através do Projeto Saber Mais, parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Os jovens são preparados para atuar nas montadoras de veículos e novas unidades industriais e de serviços que estão se instalando no entorno. O projeto também vem sendo desenvolvido em Buena, no Rio de Janeiro, e em Caetité, na Bahia. A INB também colabora em ações promovidas por instituições de ensino que visam compartilhar o conhecimento e fomentar a inovação nas áreas de gestão e tecnologia.

Quanto à responsabilidade ambiental, a empresa promove palestras em escolas e participa de atividades que colaborem para espalhar as melhores práticas sobre o tema. Nos 600 hectares da unidade também são preservadas e protegidas espécies como ipês e canelas, que são fornecidas para prefeituras e instituições sem fins lucrativos. Além disso, a estatal também promove a recuperação da fauna e flora local através do trabalho realizado no Centro Zoobotânico da INB. No local são desenvolvidas pesquisas sobre a biodiversidade local e se cultivam centenas de espécies nativas da Mata Atlântica, produzindo mais de 100 mil mudas todos os anos. A restauração do bioma atrai os animais em risco de extinção.

A INB incentiva também a cultura da região através do patrocínio de eventos como o Festival de Teatro das Agulhas Negras, quando milhares de moradores do Médio Paraíba têm acesso a peças de teatro e oficinas gratuitas que acontecem em praças, ruas, escolas e espaços culturais de Resende, Quatis e Porto Real. Companhias de Teatro de outras regiões do Brasil também participam do festival, que inclui oficinas de técnicas teatrais no distrito de Engenheiro Passos, em Resende, onde a INB está fisicamente instalada há mais de 30 anos.

3.3 - NUCLEP

A Nuclebrás Equipamentos Pesados S/A (NUCLEP) é uma sociedade de economia mista vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), cujo maior acionista é a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), que detém 99% das ações e o restante - 0,0005% está em mãos de particulares. Foi criada por meio do Decreto nº 76.805, de 17/12/1975, como uma subsidiária das Empresas Nucleares Brasileiras S.A. (NUCLEBRÁS) com a finalidade de:

- Projetar, construir e operar uma fábrica de componentes pesados, bem como especificar e instalar seus respectivos equipamentos;
- Absorver, de uma forma completa, sistemática e oportuna, toda a tecnologia relacionada com a fabricação de componentes pesados nucleares.

Trata-se de uma indústria de base, produtora de bens de capital sob encomenda, que atua principalmente na área de caldeiraria pesada, tendo entre os seus principais produtos equipamentos e carcaças de grande porte para as áreas de óleo e gás, nuclear e naval. Entre os seus clientes destacam-se a Marinha do Brasil, a Itaguaí Construções Navais (consórcio formado pela Odebrecht e a francesa DCNS, com a participação da Marinha do Brasil), a Petrobras e a Eletronuclear.



Figura 17: Artefato de caldeiraria pesada fabricado pela Nuclep
(Fonte: NUCLEP, disponível em <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/produtos-servicos/setor-nuclear>, acessado em 04/12/2020)

A NUCLEP participou de diversos outros projetos como a construção do casco e da estrutura de plataformas para a Petrobras, de submarinos, de uma câmara hiperbárica para pressões equivalentes a 3000 metros de profundidade (águas profundas) e projetos no setor nuclear. A NUCLEP tem posição geográfica estratégica, propositalmente localizada a alguns quilômetros da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAB), e acessível também pelo seu Terminal Portuário Privativo.

A especialização de seus profissionais na área foi realizada através de parcerias pontuais, com treinamento na Alemanha e França. A NUCLEP é a única empresa no país com a Certificação pelo Código ASME III, emitida pela Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos e primordial para a fabricação de componentes nucleares para geração de energia elétrica em usinas.

Incluída no Programa Nacional de Desestatização (PND), a Nuclebrás Equipamentos Pesados (Nuclep) teve sua previsão de privatização adiada pelo governo, de janeiro de 2021 para o segundo trimestre do mesmo ano, devido aos efeitos da crise. Principal fornecedora de componentes de caldeiraria pesada para a indústria de energia nuclear do país, a Nuclep aguarda a definição pelo governo para a retomada das obras da usina nuclear de Angra 3 e de outros projetos do tipo no futuro. Enquanto isso, a empresa diversificou sua atuação e iniciou em 2020 a fabricação de torres para o segmento de transmissão de energia.

Em outra frente, a Nuclep está construindo uma parte do reator do protótipo do submarino de propulsão nuclear em desenvolvimento pela Marinha, cujo contrato foi assinado ano passado. A empresa também está construindo uma máquina de mineração de 1.600 toneladas para a antiga CSA – Thyssenkrupp (atual Ternium), uma torre de processos para a Petrobras e um condensador para Angra 3. Atualmente há duas vertentes promissoras para a empresa: a Marinha, com o submarino de propulsão nuclear, e as torres de transmissão.

3.4 - ICN

A Estratégia Nacional de Defesa (END), lançada em 2008, estabeleceu que o Brasil deve ter uma “força naval de envergadura”, incluindo submarinos com propulsão nuclear. Naquele mesmo ano, foi firmado um acordo de transferência de tecnologia entre Brasil e França. Criada em 2009, a partir deste acordo, a Itaguaí Construções Navais, ou ICN, se tornou em 2020, a empresa responsável por reter a tecnologia francesa, bem como desenvolver tecnologia nacional, assegurando a autonomia na construção e manutenção de seus próprios projetos de submarinos, convencionais e nucleares, de navios de superfície e sistemas navais militares destinados às forças armadas nacionais e estrangeiras.

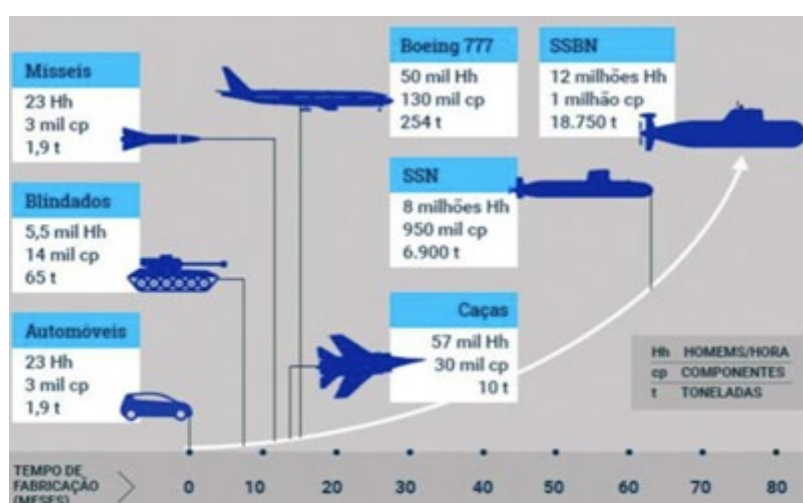


Figura 18: Curva de complexidade de projetos na construção de artefatos de transporte e defesa
(Fonte: ICN, disponível em <http://www.icnavais.com>, acessado em 16/12/2020)

Sua missão é proteger o patrimônio natural da costa e garantir a soberania marítima brasileira através da construção e manutenção da frota de submarinos e de navios de superfície para às forças armadas do Brasil e estrangeiras, com foco na modernização dos meios de defesa navais, mantendo no país o domínio desse conhecimento tecnológico. A ICN é formada pela francesa Naval Group, pela Odebrecht e pela goldenshare da Marinha do Brasil, que garante à força naval poderes de veto no programa.

O SN-BR Álvaro Alberto será o primeiro submarino de propulsão nuclear da história do Brasil. O projeto é desenvolvido com participação de inteligência nacional com o emprego de alta tecnologia. Terá 100 metros de comprimento e capacidade de deslocamento de 6.000 toneladas. Além do tamanho em relação ao modelo convencional, sua principal vantagem é seu grande poder de dissuasão, tendo seu tempo de navegação sob às águas indeterminado.



Figura 19: Prosub e os submarinos em construção pela ICN
(Fonte: ICN, disponível em <http://www.icnavais.com>, acessado em 16/12/2020)

Os outros quatro submarinos convencionais descritos em contrato (S-BR1 – S40 Riachuelo, S-BR2 – S41 Humaitá, S-BR3 – S42 Tonelero e S-BR4 – S43 Angostura) são oriundos do modelo francês Scorpène, tendo sido acrescentado ao modelo brasileiro uma seção, aumentando seu tempo de navegação e tripulação. Quando prontos terão 71 metros de comprimento e capacidade de deslocamento de 2.000 toneladas.

A ICN conta com uma unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM), estrategicamente construída ao lado da NUCLEP. A UFEM, como é chamada, é o local onde efetivamente começa a construção dos submarinos. Nessa unidade industrial de alta tecnologia, acontece o alinhamento e união de algumas subseções cilíndricas, a fabricação de peças estruturais, tubulações, dutos e suportes, assim como a montagem de materiais e equipamentos nas seções. A UFEM possui 45 edificações, que ocupam uma área total de 97 mil metros quadrados no município de Itaguaí.

A empresa pretende ser uma empresa estratégica para a Marinha do Brasil, líder da Base Industrial e Tecnológica Naval de Defesa, referência internacional na construção e manutenção de sistemas de alta tecnologia voltadas para a defesa naval, sendo um pilar da soberania nacional marítima. Por este motivo, a empresa estuda formas de diversificar suas atividades. A presidência da ICN tem destacado a necessidade de se desenvolver novas atividades no complexo naval de Itaguaí, além da construção dos submarinos. No radar estão navios de superfície como o navio polar, navios hidrográficos, pelos quais a ICN está competindo atualmente, e demais navios no portfólio da Marinha.

Existe ainda a manutenção de submarinos como outra possível frente de atuação da ICN, bem como a eventual manutenção de demais navios da esquadra brasileira, em parceria com o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) e a Empresa Gerencial de Projetos Navais (Emgepron). A ICN se considera pronta e mobilizada para abrir novas linhas de produtos e serviços.

3.5 - AMAZUL

A Amazul – Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. foi constituída em 2013 com o objetivo de absorver, promover, desenvolver, transferir e manter atividades sensíveis do Programa Nuclear da Marinha (PNM), do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e do Programa Nuclear Brasileiro (PNB). A empresa está capacitada para atuar na gestão do conhecimento, gestão de pessoas, projetos de engenharia nuclear, desenvolvimento de tecnologias nucleares, prestação de serviços e gerenciamento de projetos, assessoria em licenciamento nuclear, projeto e desenvolvimento de empreendimentos e operação de instalações nucleares.

O compromisso da Amazul é usar a tecnologia nuclear para salvar vidas, melhorar a qualidade de vida das pessoas, garantir a segurança energética com energia limpa e defender a soberania do País. De acordo com a Lei 12.706, de 8 de agosto de 2012, que autorizou sua criação, a Amazul tem as seguintes competências:

- Promover, desenvolver, absorver, transferir e manter tecnologias necessárias às atividades nucleares da Marinha do Brasil e do Programa Nuclear Brasileiro - PNB;
- Promover, desenvolver, absorver, transferir e manter as tecnologias necessárias à elaboração de projetos, acompanhamento e fiscalização da construção de submarinos para a Marinha do Brasil;
- Gerenciar ou cooperar para o desenvolvimento de projetos integrantes de programas aprovados pelo Comandante da Marinha, especialmente os que se refiram à construção e manutenção de submarinos, promovendo o desenvolvimento da indústria militar naval brasileira e atividades correlatas.

A AMAZUL vem aumentando sua participação no Programa Nuclear da Marinha (PNM) e no Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) - onde estão alocados mais de 80% de seu pessoal - e no Programa Nuclear Brasileiro (PNB). O aspecto dual das tecnologias desenvolvidas pela empresa nesses programas contribuirá, de modo insofismável, tanto com a vertente social, com a possibilidade de expansão do acesso da população a uma medicina nuclear de alto nível, quanto a militar, pelo seu aporte à consolidação de uma nova estatura político-estratégica do Brasil.

A empresa assumiu novas responsabilidades no PNM, como a gestão do contrato de obtenção do Bloco 40 do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE), que é o protótipo, em terra e em escala real, dos sistemas de propulsão que serão instalados no futuro submarino com propulsão nuclear. Além disso, iniciou o processo licitatório para contratação de serviços das disciplinas de mecânica, elétrica, instrumentação e equipamentos com fornecimento de mão de obra e materiais para o Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC), que compõe o LABGENE.

A empresa participa do PROSUB na construção dos 4 submarinos convencionais, do projeto do Complexo de Manutenção Especializada (CME), do futuro Submarino com Propulsão Nuclear (SN-BR) e está capacitada a assumir novas responsabilidades no PNM – Programa Nuclear da Marinha. Em relação ao PNB – Programa Nuclear Brasileiro, a empresa, em parceria com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e a empresa argentina Investigación Aplicada (INVAP), avança no desenvolvimento do projeto do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB). Este fará o Brasil autossuficiente em radioisótopos que podem ser aplicados na indústria, na agricultura, na proteção do meio ambiente e testes de materiais em pesquisas científicas.

A AMAZUL assumiu o compromisso de buscar oportunidades e novas fontes de recursos no intuito de reduzir seu grau de dependência financeira. Dentro de um novo posicionamento, aderente às orientações do Governo Federal e do Comando da Marinha, empenha-se em diversificar sua atuação, como demonstram os contratos, acordos de cooperação e convênios com várias instituições. O plano de negócios da empresa atualizado em 2021 relata os seguintes projetos em execução ou em prospecção de parcerias, os quais podem incluir oportunidades de negócio para as micro e pequenas empresas – MPes:

Programa Nuclear da Marinha – PNM

- Participação na obtenção do Bloco 40 do LABGENE (Bloco 40-LABGENE);
- Instrumentação e Controle do LABGENE (IC-LABGENE);
- Montagem eletromecânica do Prédio Auxiliar Não Controlado do LABGENE (PANC-LABGENE);
- Ponte Rolante para o Prédio do Reator do LABGENE (PONTE ROLANTE-LABGENE)
- Montagem Eletromecânica do Prédio Auxiliar Controlado do LABGENE (PAC-LABGENE);
- Supervisão Técnica Independente para o LABGENE (OSTI-LABGENE);
- Serviço de Consultoria Jurídica para Contratações Internacionais do PNM;
- Contratação de empresa de Engenharia para análise de consistência do projeto do PC LABGENE;
- Contratação de empresa de Engenharia para análise de consistência do projeto do PAC LABGENE;
- Contratação de empresa de Engenharia para análise de consistência do projeto do HVAC LABGENE.

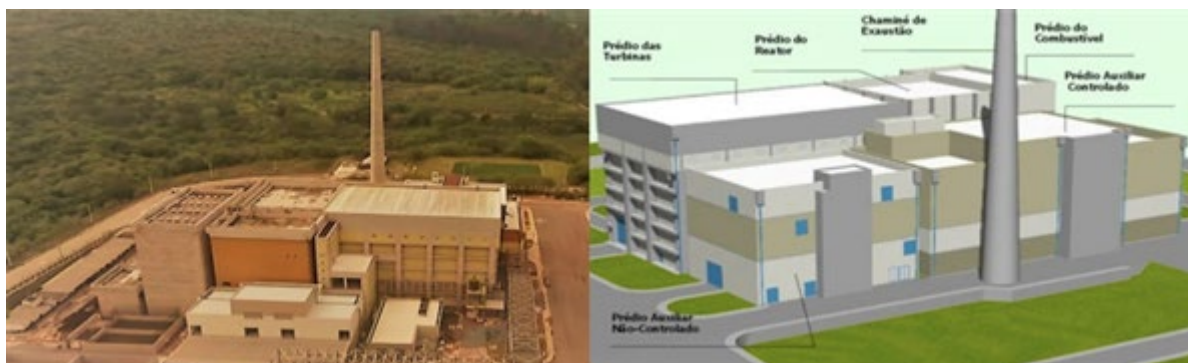


Figura 20: Foto aérea e maquete eletrônica do LABGENE (Fonte: AMAZUL, disponível em <https://www.amazul.mar.mil.br>, acessado em 27/11/2020)

Programa Nuclear da Brasileiro – PNB

- Montagem Eletromecânica da 2ª Fase do Bloco 40 do LABGENE;
- Reator Multipropósito Brasileiro (RMB);
- Dispositivo de Assistência Ventricular (DAV);
- Extensão da Vida Útil da Central de Geração Nucleoelétrica de Angra 1 (ANGRA 1);
- Centro de Radiofarmácia do IPEN (CR-IPEN);
- Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU);
- Consultoria Externa de Implantação de Gestão de Conhecimento (EXT-GC);
- Centros de Irradiação de Alimentos (IRRADIADORES);
- Elaboração de Projetos para Conclusão de Angra 3 (ANGRA 3);
- Centro Nacional de Tecnologia Nuclear e Ambiental (CENTENA);
- Pesquisa e Desenvolvimento de Small Modular Reactors com tecnologia nacional (SMR);
- Pesquisa e Desenvolvimento de Baterias com tecnologia nacional (RTG).



Figura 21: Maquete eletrônica do RMB (Fonte: AMAZUL, disponível em <https://www.amazul.mar.mil.br>, acessado em 27/11/2020)

Programa de desenvolvimento de submarinos – PROSUB

- Sistema de Gerenciamento da Plataforma do SN-BR (SGP SNBR) e Sistema Nuclear de Geração de Vapor do SN-BR (NSSS SNBR);
- Prestação de serviço de apoio técnico de engenharia para as atividades de desenvolvimento do SN-BR (Desenvolv. do SNBR);
- Desenvolvimento de um Motor de Ímãs Permanentes para propulsão de submarinos nucleares e convencionais (MIP).



Figura 22: Fotos de Motor de Ímãs Permanentes para propulsão de grande porte (Fonte: AMAZUL, disponível em <https://www.amazul.mar.mil.br>, acessado em 27/11/2020)

As empresas interessadas em prospectar negócios no setor nuclear devem buscar informações complementares com ênfase particular nos projetos relacionados a sua área específica de atuação. Para tanto, recomenda-se entrar em contato direto com a Amazul ou buscar a parceria com o SEBRAE e associações do setor nuclear.

3.6 - IAEA

Um dos objetivos estatutários da IAEA – Internacional Atomic Energy Agency (Agência Internacional de Energia Nuclear) é buscar acelerar e ampliar a contribuição da energia atômica para a paz, saúde e prosperidade em todo o mundo. Uma forma de atingir esse objetivo é por meio da publicação de séries técnicas, entre as quais se destacam a série de Energia Nuclear da IAEA e os Padrões de Segurança da IAEA.

De acordo com o Artigo III.A.6 do Estatuto da IAEA, os padrões de segurança estabelecem os parâmetros “para proteção da saúde e minimização do perigo à vida e à propriedade”. Os padrões incluem a segurança, fundamentos, requisitos e guias de segurança. Eles são escritos principalmente em um estilo regulatório, e são vinculativos para os programas da própria AIEA. Os principais usuários são os órgãos reguladores dos Estados Membros e outras autoridades nacionais.

A série de Energia Nuclear da IAEA compreende relatórios elaborados para encorajar e auxiliar em P&D e aplicação de energia nuclear para usos pacíficos. Isso inclui exemplos práticos a serem usados por proprietários e operadores de serviços públicos nos Estados Membros, organizações implementadoras, instituições acadêmicas e funcionários do governo, entre outros. As informações são apresentadas em guias, relatórios sobre o status e os avanços da tecnologia e as melhores práticas para usos pacíficos da energia nuclear com base em contribuições de especialistas internacionais. A série complementa os padrões de segurança da IAEA.

Atualmente, existem mais de 400 usinas nucleares em operação nos Estados Membros da AIEA, e mais de 60 em construção. A experiência operacional mostrou que o controle ineficaz do processo de aquisição pode colocar em risco a segurança da fábrica e resulta em custos maiores para as organizações operacionais. A aquisição, portanto, precisa ser gerida de forma eficaz para garantir a disponibilidade das funções de design durante a vida útil da planta. Da perspectiva da segurança, isso significa controlar a configuração da planta de modo que as margens de segurança adequadas permaneçam (ou seja, a integridade e capacidade funcional além dos requisitos normais de operação).

3.7 - ABDAN

Constituída no Rio de Janeiro em 27 de outubro de 1987, a Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares é uma entidade sem fins lucrativos que congrega a maioria das mais importantes empresas de bens de capital, de construção e montagem, do setor de consultoria e engenharia, de operação de usinas e de unidades fabris de sistemas e equipamentos, que participam das atividades nucleares no Brasil.

3.8 - CNEN

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), criada em 1956 e estruturada pela Lei 4.118, de 27 de agosto de 1962, para desenvolver a política nacional de energia nuclear. Órgão superior de planejamento, orientação, supervisão e fiscalização, a CNEN estabelece normas e regulamentos em radioproteção e é responsável por regular, licenciar e fiscalizar a produção e o uso da energia nuclear no Brasil. Sua missão é “Garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear; desenvolver e disponibilizar tecnologias nuclear e correlatas, visando ao bem-estar da população.”

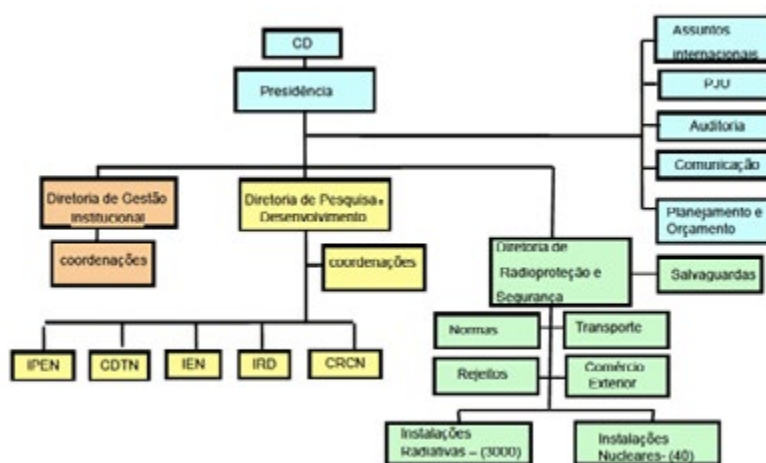


Figura 23: Estrutura organizacional da CNEN, segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (Fonte: CNEN, extraída da apresentação do Diretor de P&D, Isaac Obadia, 2011, adaptada por Bernardo Medina – Consultor do SEBRAE/RJ)

A CNEN investe também em pesquisa e desenvolvimento, buscando um uso cada vez mais amplo e seguro das técnicas do setor nuclear, e seu foco é garantir que os benefícios da energia nuclear atinjam o maior número de brasileiros, sempre com segurança na operação dos materiais e equipamentos radioativos. Suas 15 unidades, dentre institutos de pesquisa, laboratórios, agências distritais e escritórios regionais, estão distribuídas por nove estados brasileiros e sua sede localiza-se no Rio de Janeiro.

Os campos de interesse da área nuclear não se limitam, no Brasil, ao desenvolvimento de tecnologias relacionadas com a geração de energia elétrica e ao funcionamento e operação das termonucleares. A CNEN mantém atividades de pesquisa, orientação, planejamento, regulação e fiscalização, atuando em diversos setores que mantêm interação com a área nuclear, tais como geração de energia elétrica; medicina nuclear; aplicações na indústria, agricultura e meio ambiente; pesquisa e ensino relacionados a tecnologias aplicadas; exploração e pesquisa em beneficiamento das reservas minerais nucleares (urânio, tório, etc.) defesa, especialmente relacionado à propulsão nuclear; tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos; segurança e proteção radiológica da população.

A estrutura da CNEN também reflete a amplitude de seu escopo de atuação, estando, atualmente, suas atividades finalísticas distribuídas entre duas grandes áreas: Pesquisa e Desenvolvimento e Radioproteção e Segurança, cujas atividades e responsabilidades estão desdobradas em várias unidades situadas em diferentes pontos do país. Além dos institutos de pesquisa, subordinados à Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD), a CNEN controla, por meio da Diretoria de Radioproteção e Segurança (DRS), o Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC), além de escritórios e postos.

4 – PERFIL DA DEMANDA TECNOLÓGICA DE BENS E SERVIÇOS

4.1 - ASPECTOS GERAIS

Segundo a WNA (Associação Nuclear Mundial, da sigla em inglês), hoje, 14% da energia elétrica no mundo, é gerada através de fonte nuclear e este percentual tende a crescer com a construção de novas usinas, principalmente nos países em desenvolvimento (China, Índia, etc.). Os Estados Unidos, que possuem o maior parque nuclear do planeta, com 104 usinas em operação, estão ampliando a capacidade de geração e aumentando a vida útil de várias de suas centrais. A França, com 58 reatores, e o Japão, com 50, também são grandes produtores de energia nuclear, seguidos por Rússia (33) e Coreia do Sul (21).



Figura 24: Variação sazonal no consumo de energia elétrica no Brasil, em MWh médio (Fonte: Eletronuclear, disponível em <https://www.eletronuclear.gov.br>, acessado em 18/12/2020)

Nos últimos anos, porém, as instalações nucleares mundiais sofreram o impacto de eventos e preocupações relacionados a aquisições. Houve paralisações temporárias e permanentes de usinas nucleares devido à instalação de falsificações, itens fraudulentos e suspeitos (CFSIs) e problemas relacionados ao aumento da dependência de equipamentos e componentes digitais contendo software, sobre segurança informática e aumento da globalização da cadeia de abastecimento nuclear. Obsolescência e questões de envelhecimento de componentes precisam ser cada vez mais tratadas por organizações de aquisição de instalações nucleares.

Isso levou a novas ações por parte dos operadores das instalações e dos reguladores. Um número significativo de usinas nucleares em alguns países está perto do fim de sua vida útil original e obtiveram extensões de vida. À medida que as plantas envelhecem, pode haver maior dificuldade em obter peças para apoiar as operações e manutenção. Mais de 20% dos equipamentos das usinas nucleares em alguns países estão obsoletos. Os fornecedores originais saíram do negócio totalmente, realizaram fusões com outras empresas ou tomaram decisões de negócios (normalmente devido a redução da demanda do mercado) para a produção de itens específicos ou não os fornecer com certificações de grau nuclear.

Para complicar ainda mais a situação, em alguns casos, pode haver informações limitadas disponíveis para apoiar a aquisição de um componente original exato. Conforme as consolidações da indústria ocorrem, informações técnicas e conhecimentos relacionados a certos itens podem ser reduzidos ou perdidos. Isso é particularmente verdadeiro para produtos que representam uma pequena porção do fluxo de receita do fornecedor e para equipamentos mais antigos que não são mais fabricados. Esta situação representa um risco na segurança e também econômico para as operações e para o planejamento de interrupção de uma instalação.

Uma função de engenharia de compras foi originada em alguns países como resultado dessas preocupações. As principais funções da engenharia de aquisição são identificar os requisitos técnicos, de qualidade e comerciais do item, para realizar avaliações de equivalência de itens (IEEs) e dedicação de grau comercial (CGD) em tempo hábil. Além das necessidades de segurança, as atividades de aquisição devem ser cuidadosamente gerenciadas para manter a viabilidade econômica e financeira das instalações nucleares.

Aquisição tem uma conexão direta com os custos de materiais, peças de reposição, estoque, pessoal e processos necessários para apoiar sua atividade, que podem aumentar os custos operacionais das instalações. O grande número de itens adquiridos requer uma abordagem planejada e graduada para atividades de aquisição, com itens relacionados à segurança recebendo mais atenção. A aquisição afeta todas as partes da vida de uma instalação nuclear.

O TÍPICO CICLO NUCLEAR COMPLETO



Figura 25: O ciclo nuclear típico (Figura adaptada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ, extraído do relatório do Conselho Curador da ABDAN, de outubro de 2020, tema “Expansão e Fortalecimento da Cadeia Produtiva de Geração Nuclear no Brasil”)

Durante o design inicial, os designers especificam materiais a serem adquiridos para a instalação. Essas decisões têm consequências de longo prazo para a cadeia de abastecimento e para a operação futura. Durante a construção e o comissionamento, os contratos de serviço são estabelecidos para obter pessoal e serviços relacionados. Durante a operação, peças de reposição e manutenção, engenharia e outros serviços são adquiridos e pequenas alterações de design (com compras de materiais associadas) são feitas. Níveis de estoque de material durante cada estágio podem impactar os custos operacionais da instalação. Durante o descomissionamento, os principais contratos são colocados para atividades de descomissionamento e restauração do local, e o equipamento da planta pode ser descartado no mercado aberto como excedente.

A própria aquisição está se tornando cada vez mais complexa. Há um mercado em mudança em muitos países onde operam as usinas. Muitos ex-fornecedores nucleares podem ter falido ou se retirado do negócio nuclear, seja por meio de uma decisão de não fornecer materiais ou simplesmente deixar de oferecer qualidade nuclear, programa de garantia ou apresentar falha no sistema de gestão. Isso, por sua vez, tornou mais difícil para as operadoras nucleares para identificar e adquirir componentes e peças de reposição que atendam aos requisitos originais de design e qualidade.

Os próprios fornecedores originais tendem a aumentar o número de subfornecedores, fazendo rastreamento e auditoria de produção de peças mais difíceis. Onde novos fornecedores entraram ou reingressaram nos mercados nucleares, pode haver uma curva de aprendizado associada ao desempenho para os requisitos do sistema de gestão nuclear e, portanto, maior risco de erros, omissões ou outras não conformidades durante este período.

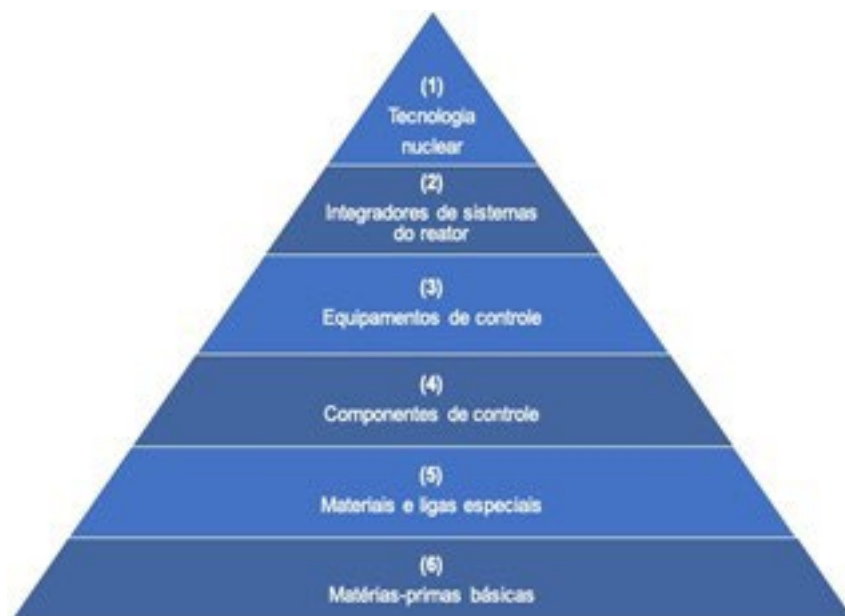


Figura 26: Cadeia de valor típica do setor Nuclear (Figura adaptada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ, a partir de IAEA Nuclear Energy Series N° NP-T-3.21, 2016--)

A gestão da cadeia de abastecimento engloba o planejamento e gestão de todas as atividades envolvidas no sourcing, aquisição, conversão e gestão de logística (de acordo com o Conselho de Gestão da Cadeia de Abastecimento Profissional). Também inclui coordenação e colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, fornecedores de serviços terceirizados ou clientes. A gestão da cadeia de abastecimento integra oferta e procura dentro e entre as empresas.

Novos projetos de construção normalmente se preocupam em como fornecedores de tecnologia de nível 1 configuram e gerenciam suas cadeias de suprimentos, enquanto as fábricas operam normalmente lidam diretamente com nível 3 e abaixo para peças sobressalentes associadas às atividades de operação e manutenção. As duas atividades são invariavelmente ligadas, assim como decisões e escolhas de aquisição feitas pelo fornecedor de tecnologia (por exemplo, escolha e localização dos principais fornecedores) terá implicações para a cadeia de abastecimento ao longo da vida de uma planta.

A gestão de riscos é um processo contínuo e iterativo que inclui a atualização de aquisições relacionadas ao projeto, documentos de risco e seus planos de gerenciamento de risco associados. Enfatiza a comunicação de riscos e ações tomadas para mitigá-los. Eles podem incluir os principais riscos técnicos, de cronograma e de custos associados à aquisição de bens ou serviços. A ISO 31000: 2009, Gerenciamento de Risco, fornece princípios, uma estrutura e um processo para gerenciamento de risco.

A IEC 31010: 2009 associada é um padrão de suporte para ISO 31000: 2009 e fornece orientação sobre seleção e aplicação de técnicas sistemáticas de avaliação de risco. Uma vez que os riscos são identificados, a probabilidade e as consequências de cada um devem ser definidas e uma classificação geral de riscos determinada.

4.2 - O TÍPICO PROCESSO DE DILIGENCIAMENTO E COMPRAS DO SETOR

Esta etapa envolve um indivíduo ou organização identificando que um item ou serviço deve ser adquirido. A informação necessária é o que é exigido, onde aquele item será usado e para que propósito. A informação pode ser muito detalhada (por exemplo, marca e modelo específico de uma peça a ser adquirida) ou ser mais na forma de um requisito ou descrição que pode ser preenchido de várias maneiras. Dependendo da organização operacional, diferentes níveis de aprovação financeira (ou seja, indivíduo, supervisor ou titular do orçamento) podem ser exigidos antes do setor de compras poder agir de acordo com uma necessidade identificada. As solicitações de itens específicos necessários para uma usina nuclear podem vir de uma variedade de fontes, incluindo:

- Reabastecimento automático de estoque de armazém ou lojas (normalmente gerado automaticamente por meio de um estoque baixo).
- As peças sobressalentes devem ser adquiridas para atividades de manutenção, como resultado do planejamento ou desempenho de manutenção on-line ou paralisação planejada;
- Peças sobressalentes estratégicas identificadas para serem adquiridas para componentes principais ou para resolver vulnerabilidades de ponto único (por exemplo, transformadores sobressalentes, geradores a diesel e conjuntos de válvulas inteiros);
- Novos itens identificados por organizações de planta relacionados a mudanças de design, modificações, grandes projetos ou substituições de peças.

A demanda de serviço pode vir de qualquer função dentro da organização operacional (por exemplo, engenharia, manutenção, operações, custódia, administração e finanças). A demanda pode ser de longo e curto prazo (uma única vez, ou para suportar um determinado período de tempo ou uma determinada atividade, como uma interrupção).

Por outro lado, as grandes modificações, renovações e compras de equipamentos ou serviços complexos são frequentemente gerenciadas como Projetos Especiais. Uma boa gestão de projetos requer a identificação de uma necessidade ou objetivo específico do projeto a ser documentado, geralmente em um documento de termo de abertura, declaração de necessidades ou escopo de trabalho. Chegar a um acordo sobre a natureza de um novo projeto, incluindo seu escopo, objetivos e restrições, pode ser um processo difícil, mas saudável para as partes interessadas em um ambiente corporativo.

Os requisitos técnicos incluem propriedades essenciais para a forma, ajuste ou desempenho funcional do item. Os requisitos de qualidade são atividades associadas necessárias para garantir essas propriedades ou atributos. Os requisitos técnicos e de qualidade podem mudar, as propriedades ou atributos de importância não (ou seja, características críticas de design). Qualquer requisitos técnicos e de qualidade revisados ainda devem assegurar que essas propriedades importantes sejam transmitidas em o item. Tais requisitos são estabelecidos para garantir que propriedades ou atributos de importância sejam transmitidos para o item. Isso pode incluir:

- Identificação correta e completa do item ou escopo do serviço, incluindo propriedades essenciais para uma forma, ajuste ou desempenho funcional do item;
- Características técnicas desejadas, mas não essenciais para a forma, ajuste ou design funcional de um item (por exemplo, cor do revestimento ou recursos de expansibilidade);
- Normas e códigos aplicáveis.

Os requisitos de qualidade são programas e atividades necessários para garantir propriedades ou atributos transmitidos a um item. Se adquirir um item de reposição idêntico do fornecedor original com um gerenciamento de qualidade aprovado pelo sistema, os requisitos existentes incluídos nos documentos de projeto, quando fornecidos, podem ser

adequados. No entanto, se adquirir um item idêntico de um novo fornecedor, será mais provável que seja necessário fornecer requisitos em maiores detalhes, como dimensões detalhadas, materiais de construção e requisitos especiais de teste e inspeção. Outra consideração é se houveram mudanças que podem ter um efeito sobre os requisitos existentes, por exemplo, novos compromissos de licenciamento ou modificações na planta.

Quanto às estratégias de contratação, são empregadas para grandes projetos e serviços. A organização operacional pode atuar como empreiteiro geral e contratar empresas para várias funções (por exemplo, engenharia, aquisição ou construção). Alternativamente, uma abordagem integrada de engenharia-aquisição-construção pode ser adotada quando um contratante principal assume responsabilidade por muitas ou todas as funções do projeto. Em nenhum caso, no entanto, a organização operacional pode delegar seus papéis principais na garantia da segurança nuclear a um contratante.

Dentro desses tipos de abordagem, diferentes modelos de contrato são possíveis. Existe uma variedade de modelos de contrato, juntamente com informações sobre sua adequação com base no nível de definição de escopo que está disponível, conforme a empresa-âncora contratante. Por exemplo, contratos de preço fixo são mais adequados para projetos onde o escopo do trabalho foi totalmente investigado antes da adjudicação do contrato e apresentam menos risco de escopo ou aumento de custos, mas exigem mais trabalho inicial do proprietário do contrato.

5 – MAPEAMENTO DA CADEIA DE VALOR DO SETOR NUCLEAR

5.1 - PANORAMA

Com as duas usinas nucleares em Angra dos Reis e uma terceira em construção, a Fábrica de Combustível Nuclear em Resende, a sede da Comissão Nacional de Energia Nuclear no Rio, a Nuclep e a Base Naval para construção de submarinos nucleares em Itaguaí, o Estado do Rio de Janeiro abriga praticamente toda a cadeia produtiva da energia nuclear e deve ser reforçado como polo do setor.

A geração atual de energia nuclear está concentrada nas usinas de Angra 1 e 2, onde se utilizam equipamentos, bens e serviços tanto nacionais quanto importados. Os montantes envolvidos são da ordem de R\$ 450 milhões/ano segundo a ABDAN, com previsão de chegar a R\$ 700 milhões/ano com a inauguração de Angra 3 (prevista para os próximos anos). Com 7 usinas em operação, segundo previsão do PNB 2050 (Angra 1, 2 e 3 e mais as 4 usinas cuja construção foi aprovada), deve-se chegar a um mercado de R\$ 2,2 bilhões/ano, isso sem considerar conversão e enriquecimento.

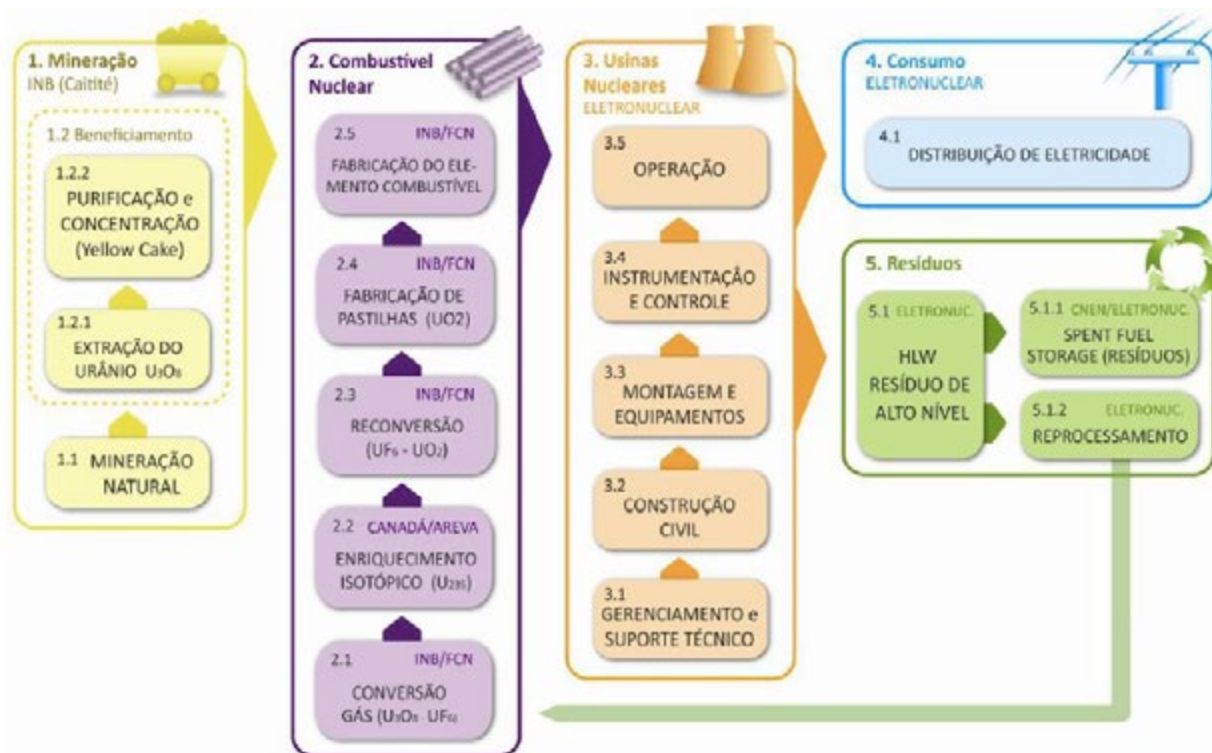
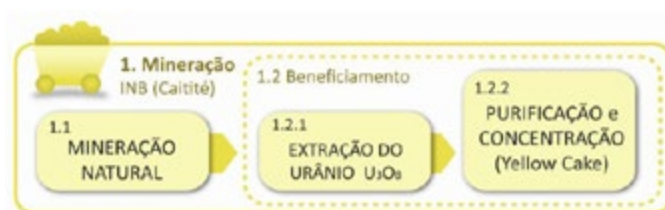


Figura 28: A cadeia de suprimento do setor nuclear nacional (Fonte: CGEE, Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro, 2010)

O que buscamos saber é como é o desenho da CADEIA PRODUTIVA do Setor Nuclear, quais são seus principais elos, as perspectivas nacionais e internacionais para o setor, como se apresenta a cadeia de suprimento no Brasil e quais são suas oportunidades e desafios. Acreditamos que com esse conhecimento estruturado é possível fomentar a mobilização do complexo industrial do país, para fornecer serviços, materiais e equipamentos para atender ao Programa Nuclear Brasileiro, aumentar o grau de nacionalização destes insumos, além de contribuir para o aprimoramento da gestão de longo prazo da implantação das novas usinas nucleares e com o delineamento de políticas públicas de incentivo a este setor.

5.2 - ELO DA MINERAÇÃO



A mineração é a primeira etapa do ciclo do combustível. Encontram-se vestígios de urânio em quase todas as rochas da crosta terrestre, embora este não seja muito abundante em depósitos concentrados. O minério de urânio mais comum e importante é a uraninita, composta de UO_2 . A maior parte do minério de urânio é extraída em minas a céu aberto ou subterrâneas. A vantagem é o menor custo de extração, especialmente importante durante a fase de baixos preços do urânio. A figura abaixo estabelece a relação entre os custos de exploração e o potencial de geração acumulado, tomando-se em conta as reservas avaliadas para o urânio 42 em nosso país, enquanto a figura seguinte apresenta o custo do combustível nas diferentes etapas de produção.

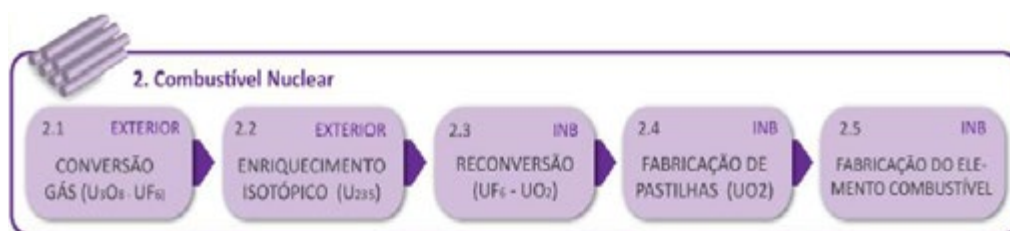
Custos de exploração	Reservas t U ₃ O ₈	Potencial de Geração MW
< 40 US\$/Kg U	66.200	8.000
< 80 US\$/Kg U	177.500	21.000
< 80 US\$/Kg U (inclusive inferidas)	309.370	35.000

Fonte: Uranium Information Centre LTD

ETAPA	PESO (Kg)	CUSTO (US\$/Kg)	CUSTO DA ETAPA
Óxido de Urânio	8,0	94,82	758,56
Conversão	7,0	11,50	80,50
Enriquecimento	4,8	127,00	609,60
Fabricação	1,0	240,00	240,00
CUSTO TOTAL (1 KG)			1.688,66

(Fonte: Uranium Information Center LTD., a partir da publicação do CGEE, Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro, 2010)

5.3 - ELO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR



Esta é a fase de transformação do concentrado de urânio em hexafluoreto de urânio (UF₆). Na usina de conversão, o urânio, sob a forma de yellowcake, é dissolvido e purificado, obtendo-se então o urânio nuclearmente puro. A seguir, é convertido para o estado gasoso, o hexafluoreto de urânio (UF₆), para permitir a transformação seguinte que é o enriquecimento. A conversão de U₃O₈ em UF₆ é uma etapa ainda não implantada pela INB, porém a tecnologia é dominada na escala piloto pelo CTMSP. Geralmente, somente se justifica construir uma usina para grandes capacidades de produção. A conversão, que atualmente é feita na França, também pretende ser nacionalizada pela INB.

Os serviços de enriquecimento estão sendo oferecidos por quatro supridores principais: USEC - United States Enrichment Corp. (substituindo o DOE - Department of Energy dos Estados Unidos); Areva/EURODIF (França e associados); AEP (Ministério de Energia Atômica da Rússia); e URENCO (Reino Unido, Holanda e Alemanha) e por dois outros supridores de menor porte: CNEIC - Chinese Nuclear Energy Industry Co.; e JNFL - Japan Nuclear Fuels Ltd. Os processos industriais são a difusão gasosa, empregada pela USEC e EURODIF, e a centrifugação que é empregada pela URENCO, AEP, JNFL e CNEIC. Os outros métodos (Laser, CRISLA, etc.), ainda se encontram no estágio de pesquisa e desenvolvimento.

A previsão da WNA - World Nuclear Association, para serviços de conversão no mundo, apresenta um déficit no médio prazo. Porém, como se trata de uma tecnologia aberta e dependente somente de investimentos, essa deficiência não deve ser preocupante, pois haverá sempre algum investidor para um mercado existente. Contudo, uma avaliação deve ser feita para verificar o valor dos “déficits” projetados no tempo, numa comparação entre a capacidade de produção agregada ao sistema e a expansão das usinas em operação, para verificar as ordens de serviços externas necessárias até 2030.

Duas pastilhas de urânio produzem energia suficiente para atender, por um mês, uma residência média em que vivam quatro pessoas. Estas pastilhas de dióxido de urânio (UO₂), que tem a forma de um cilindro de mais ou menos um centímetro de comprimento e de diâmetro são produzidas na Fábrica de Combustível Nuclear (FCN) - Pastilhas, que após serem submetidas a diversos testes - dimensionais, metalográficos e químicos - estarão aptas a compor o Elemento Combustível, para as centrais nucleares. A INB planeja ainda construir uma nova fábrica de produção de pó e de pastilhas, para atender à demanda das usinas previstas no PNE 2030.

O Elemento Combustível é composto pelas pastilhas de dióxido de urânio montadas em varetas de uma liga metálica especial, o Zircalloy, cuja estrutura é mantida rígida por reticulados chamados grades espaçadoras. O Elemento Combustível é a fonte geradora do calor para geração de energia elétrica, em uma usina nuclear, devido à fissão de núcleos de átomos de urânio.

Um Elemento Combustível supre de energia 42.000 residências médias durante um mês. A fabricação do Elemento Combustível (EC) também é feita pela INB, em Resende, na Fábrica de Combustível Nuclear - FCN - Componentes e Montagem, onde é produzido, obedecendo a severos padrões de qualidade e precisão mecânica. A sua capacidade de fabricação e montagem é de cerca de 120 EC's por ano, devendo também necessitar de expansão para atender ao programa de construção de novas centrais até 2034. Uma série de países está considerando a construção/expansão de fábricas de elementos combustíveis.

A joint venture Framatome/ANP é a maior supridora do mercado mundial de elementos combustíveis do tipo PWR (40%), seguindo-se da BNFL58 Westinghouse-ABB, com 30% do mercado, a Tvel/Katep supridora dos países da CEI e Europa do Leste, com 16%, a NFI e MNF suprindo o mercado japonês, com 4% cada e a Kepco Nuclear Fuel Company suprindo o mercado coreano, com 3%. No que diz respeito ao mercado de elementos combustíveis para reatores do tipo BWR, a Global Nuclear Fuels, uma joint venture da GE, Hitachi e Toshiba, supre 46% do mercado, a Framatome-Siemens supre 28% do mercado, a BNF Westinghouse 11%, a NFI 11% e a Enusa 4%.

O preço do elemento combustível depende de uma série de fatores como tipo de combustível utilizado, inclusão ou não de esquemas de gestão do combustível no núcleo, treinamento etc. Assim, o custo de fabricação do combustível de reatores a água leve está na faixa de US\$ 170 a 300/kg U. Esteves (2009) comenta muito apropriadamente que, na fabricação do Elemento Combustível, aparecem diversos insumos importantes que cabem ser mencionados (alguns considerados críticos) no estudo da cadeia de suprimentos deste elo do setor, tais como:

- Aços especiais que necessitam de programas de qualificação na indústria nacional. Alguns estão em andamento com a Acesita;
- Ligas de zircônio e tubos especiais adquiridos no exterior de difícil possibilidade de nacionalização;
- Chapas e arames na liga de Inconel, com necessidade de serem importados;

- Gás hélio com altíssima pureza, somente fornecido pelos EUA;
- Grades e tubos guias fabricados no exterior;
- Barras de controle da operação dos reatores;
- Pastilhas de urânio-gadolineo, que estão em fase final de nacionalização pelo CTMSP.

5.4 - ELO DAS USINAS NUCLEARES



5.4.1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS

As usinas nucleares são centrais termoeletricas - como as convencionais - compostas de um sistema de geração de vapor, uma turbina para transformação do vapor em energia mecânica e de um gerador para a transformação de energia mecânica em energia elétrica. A geração de vapor não ocorre em consequência da queima de um material combustível como o carvão e óleo, e sim devido à fissão de núcleos de átomos de urânio. Tem-se, assim a produção de energia elétrica através da fissão do núcleo do átomo.

UMA USINA NUCLEAR PODE CUSTAR R\$ 10 BILHÕES

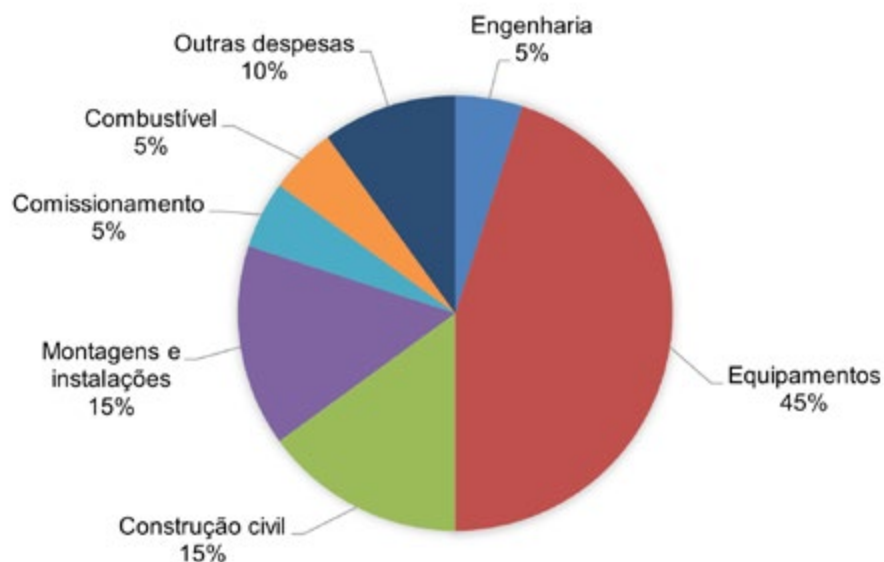


Figura 29: Empreendimento Usina Nuclear por etapa de implantação (Figura elaborada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ, a partir de informações do relatório do Conselho Curador da ABDAN, de outubro de 2020, tema “Expansão e Fortalecimento da Cadeia Produtiva de Geração Nuclear no Brasil”)

A retomada do programa nuclear brasileiro está, de fato, despertando grande interesse por parte de multinacionais, pois existem cerca de US\$ 24 bilhões previstos para serem investidos no setor até 2030. As autoridades do setor elétrico brasileiro já receberam a visita de delegações de empresas estrangeiras que atuam no setor nuclear. Inclusive representantes dos fabricantes de reatores Westinghouse, dos EUA, e Areva, da França, realizaram seminários no Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília, mostrando suas novas tecnologias. A empresa francesa Areva (que fatura por ano 12 bilhões de euros), realizou a aquisição da Waltec Equipamentos Elétricos, indústria brasileira em Santa Catarina. Com a operação, a Areva passa a produzir, no país, transformadores do tipo seco e painéis de controle de baixa e média tensão, usados pela indústria de mineração, petróleo e gás, e geradoras de energia.

O empreendimento de uma usina nuclear, desde o momento que é projetado até a sua desativação, passa basicamente pelas etapas:

- **Planejamento, projeto e pré-construção**

- Planejamento e licenciamento ambiental e nuclear;
- Financiamento e serviços legais;
- Serviços de consultoria especializada no setor nuclear;
- Serviços de engenharia e projeto.

- **Construção**

- Gerência de projeto;
- Obras de construção civil;
- Equipamentos e componentes (Nuclear Steam Supply System, turbina e gerador, balance of plant);
- Montagem eletromecânica;
- Suprimento do combustível;
- Comissionamento.

- **Operação**

- Produção de energia e manutenção da planta;
- Suprimento de cargas e recargas do combustível nuclear;
- Serviços técnicos de engenharia;
- Armazenagem e guarda de rejeitos.

- **Descomissionamento**

- Planejamento e licenciamento reverso;
- Desmontagem e segregação;
- Disposição final.

No caso dos empreendimentos nucleares do Brasil, alguns aspectos positivos e negativos podem ser citados.

Positivos	Negativos
Planejamento governamental promovendo a inserção da solução nuclear no cenário energético nacional, conforme as projeções e análises constantes nos planos decenais de energia, PDE, e no Plano Nacional de Energia 2030, desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética, do EPE/Ministério de Minas e Energia - MME; A Eletronuclear (ETN), sendo a empresa nacional responsável pela construção e operação das centrais nucleares do país, detém a competência necessária adquirida ao longo dos anos de operação das usinas de Angra 1 e Angra 2.	As interrupções e espaçamentos havidos na construção de Angra 2 e 3 acarretaram perda significativa de continuidade na capacitação de pessoal próprio e de formação de consultoria técnica externa, significando redução na capacitação da indústria de suprimentos, já adquirida no passado; Ainda na fase de pré-construção é que se seleciona o tipo de reator, a área do sítio em que será instalado e a sua inserção no sistema gerador; Ainda é requerida a contratação de consultoria externa apesar da experiência de operação da ETN nas duas centrais atuais.

Os principais participantes diretos e indiretos de um projeto de central nuclear são:

- Governo – responsável pela política energética global e, em alguns casos, pelo financiamento;
- Mercado – formado por clientes que demandam suprimento de energia elétrica a preços competitivos;
- Proprietário – em última instância, o responsável pelo desenvolvimento do projeto completo;
- Empreiteiros EPC ou “Epecista” – empresas de engenharia, construção e comissionamento que são responsáveis, perante o proprietário, pela entrega da obra, de acordo com cronograma e orçamento;
- Fornecedores – são os responsáveis pelo fornecimento de equipamentos e tecnologia seja para o proprietário, empreiteiro EPC ou a uma joint venture ou consórcio, de acordo com cronograma e orçamento;
- Autoridades de Segurança – responsável pela resolução de todos os assuntos relacionados com a proteção da segurança pública e do ambiente, desde a fase de projeto até a operação da planta e de gestão do combustível irradiado.

5.4.2 - PLANEJAMENTO, PROJETO E PRÉ-CONSTRUÇÃO

Nesta etapa estão envolvidos os eventos de maior impacto para o empreendimento, que vão desde atrasos dispendiosos devido a problemas com o projeto, fornecimento de equipamentos, gerenciamento até construção e comissionamento. Esses eventos não são exclusivos da área nuclear, e podem ser repartidos entre o proprietário-operador da planta, o empreiteiro, os fornecedores de equipamentos e os financiadores.

O layout da central e sua ocupação de área estão sendo bastante reduzidos, com a finalidade de diminuir os custos, através de um processo repetitivo na construção, mesmo em sítios diferentes. Os novos projetos podem ser, de certa forma, como “pré-fabricados” onde os subconjuntos para formar o todo e o próprio todo já estão definidos com poucas margens de modificação. A construção de novos reatores pode ser realizada com componentes pré-fabricados, pré-montados e em módulos, usando-se modelagem 3D, construção open-top e outras técnicas de construção mais avançadas, podem contribuir fundamentalmente no controle do empreendimento.

Os projetos nucleares são especialmente intensivos em capital, de modo que um gerenciamento eficaz é essencial para o controle de custos e prazos. Neste aspecto, os projetos nucleares são diferentes de outros grandes projetos de construção, pois exigem pessoal de alta qualificação gerencial, escassos no mercado. No caso brasileiro, essa atividade não é delegada a terceiros sendo desenvolvida como um todo pela ETN, com o suporte de empresas de consultoria. Portanto é preciso reavaliar periodicamente a capacidade existente da ETN para o seu desempenho como principal contratante, bem como da engenharia consultiva nacional capaz de dar suporte ao gerenciamento da construção.

5.4.3 - CONSTRUÇÃO

A parte de edificação e construção civil é o setor no qual as empresas nacionais estão mais capacitadas, uma vez que obras das grandes hidroelétricas serviram para manter a capacidade e habilidade atualizada. Podem-se destacar como empresas de construção de grande porte, com nível para participar da fase de construção de centrais nucleares, nomes como Odebrecht, Camargo Corrêa, Andrade Gutierrez, Queiroz Galvão, OAS, Gafisa, entre outras. Os insumos necessários para a construção civil são commodities fabricadas no mercado interno, como o cimento, aço, argamassa, brita, formas de concreto etc.

O empreendedor que pretende fornecer para o setor nuclear precisa monitorar junto aos fabricantes das novas centrais qual a previsão de demanda prevista de equipamentos, materiais e serviços nacionais para cada uma delas, de modo a se conhecer melhor as necessidades específicas da cadeia de suprimentos e o percentual aproximado de equipamentos nacionais envolvidos. E, caso seja considerada a recente definição da construção de novas centrais nucleares, os investimentos para implantar no país a infraestrutura necessária para suprir alguns desses produtos padronizados pode compensar no longo prazo.

Muitos equipamentos da planta nuclear são similares àqueles requeridos para plantas não nucleares, como as térmicas convencionais que usam combustível fóssil ou, ainda, as plantas químicas. A experiência no suprimento de componentes dessas plantas similares serve como início de qualificação para os suprimentos não nucleares do reator. Podemos categorizar os equipamentos em três eixos:

Equipamentos da planta	Equipamentos convencionais	Equipamentos auxiliares
Vasos de pressão do reator Pressurizador Geradores de vapor	Turbinas Geradores Condensadores	Tanques Tubulações Acessórios
<i>Itens com elevado requisito técnico, envolvem tecnologia específica e geralmente não podem ser fornecidos por empresas nacionais</i>	<i>Podem ou não ser adquiridos no mercado nacional, a depender dos requisitos específicos de cada item e da qualificação do fornecedor</i>	<i>Itens disponíveis no mercado nacional, portanto são oportunidade para micro e pequenas empresas brasileiras</i>

O NSSS é o sistema composto pelo reator, bombas de refrigeração do reator (e geradores de vapor para a água pressurizada) e tubulações associadas, usado para produzir o vapor necessário a impulsionar a unidade do gerador da turbina de uma usina nuclear. Todo este sistema, em geral, faz parte do pacote oferecido pelos principais fabricantes de unidades de geração termonuclear. A principal restrição consiste dos equipamentos e elementos forjados.

Os vasos de pressão do reator são usinados a partir de componentes pesados forjados. Essa operação requer fornecedores especiais com prensas de capacidade da ordem de 10.000 toneladas que prensam lingotes de até 600 toneladas. A oferta de peças forjadas ultra ou muito grandes é fundamental para qualquer nova usina nuclear. Além da capacidade de produzir grandes peças forjadas e ultra grandes, são necessárias as aprovações técnicas de certificação de qualidade, tais como as da American Society of Mechanical Engineers (ASME), o que pode levar anos.

PRINCIPAIS FORNECEDORES MUNDIAIS DE FORJADOS	
Japan Steel Works	JAPÃO
Doosan Heavy Industries and Construction	CORÉIA DO SUL
CHFI — China First Heavy Industries	CHINA
Shanghai	CHINA
Dongfang	CHINA
Areva — SFARsteel Creusot Forge	FRANÇA
Sheffield	FRANÇA
OMZ Izhora	JAPÃO

Figura 30: Principais fornecedores mundiais de forjados
(Fonte: CGEE, Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro, 2010)

A capacidade desses fornecedores varia de 2 a 5 conjuntos de componentes do reator por ano, com exceção da JSW, que possui capacidade para cerca de 10 conjuntos anuais (2012). Esses suprimentos já se encontram em situação crítica considerando que 49 reatores estão em construção no mundo e existem mais de 100 novos reatores previstos, segundo a WNA - World Nuclear Association. A NUCLEP, empresa estatal brasileira, responsável pela fabricação desses componentes no Brasil, executa somente a operação de usinagem mecânica e soldagem, a partir de forjados importados. Assim, a restrição apontada acima atinge também o programa brasileiro previsto para a expansão de centrais nucleares.

O BOP – Balance Of Plant – consiste em componentes que são fornecidos normalmente para as áreas de petróleo e gás, química, aviação, açúcar e álcool e automotiva, conforme análise do portfólio das empresas forjadoras pesadas e visando à disponibilidade de colocação de pedidos. Apesar de o programa de garantia de qualidade exigido por estes segmentos industriais ser rigoroso, para a área nuclear os mesmos componentes terão que passar por uma qualificação ainda mais específica. Isto se aplica principalmente no caso de válvulas e elementos soldados que vão requerer certificação independente.

O sistema de operação e controle é fundamental para o BOP, pois é ele que geralmente faz parte do projeto conceitual da central nuclear e costuma ser fornecido junto com a unidade. Pode-se procurar desmembrar certos componentes ou subconjuntos eletrônicos de fabricação nacional para compor o BOP. Estas modificações, no entanto, levam sempre a uma revisão do projeto com inclusão de HH de engenharia e inspeção, que aumentam o preço original.

Cerca de 80% dos recursos destinados à construção de uma usina nuclear são investidos em áreas de grande conteúdo tecnológico (equipamentos mecânicos e elétricos sofisticados, instrumentação e controle etc.), e apenas 20% vão para a construção civil. A montagem eletromecânica, entretanto, é um setor que tem assegurado sua capacidade e competência e até expandido, devido às obras de construção naval e de montagem de plataformas de petróleo. Entre as empresas nacionais com destaque na construção civil, citamos UTC Engenharia, Enesa, Techint, GDK, Iesa Óleo e Gás, Intecnial, Tomé Engenharia entre outras. Todas essas empresas contratam MPEs para parte dos seus contratos, sendo possível, portanto, fornecer para a ETN direta ou indiretamente.

5.4.4 - OPERAÇÃO

A complexidade e as particularidades de uma usina nuclear exigem uma preparação adequada do pessoal que irá operá-la. Existe em Mambucaba, município de Angra dos Reis, um centro de treinamento para operadores de centrais nucleares, que é uma reprodução das salas de controle de reatores do tipo de Angra 1 e 2, capaz de simular todas as operações dessas usinas, inclusive a atuação dos sistemas de segurança.

As usinas existentes foram bem concebidas, porém antes do desenvolvimento de novos conceitos em engenharia de informática e em tecnologias de manutenção. São usinas todas analógicas, pois não existiam equipamentos digitais. As novas instalações são projetadas com engenharia de CAD/CAM (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing) e incorporam sistemas de computação digital de última geração. Hoje, todo o projeto precisa ser executado antes que a usina seja certificada e com isso passa-se a ter famílias de projetos padronizados. Dessa forma, dentro de uma família, todas as usinas serão praticamente idênticas, desde o piso até as cores das paredes.

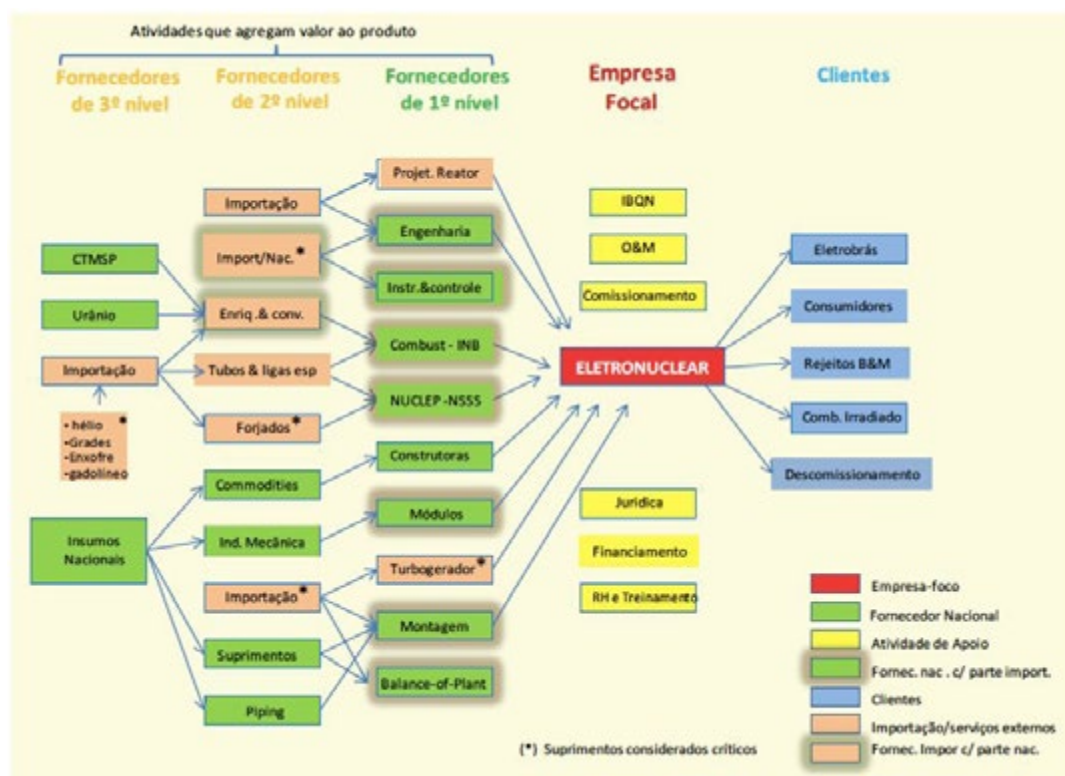


Figura 31: Adensamento da cadeia de suprimento (Fonte: apresentação realizada e publicada no 1º Encontro De Negócios De Energia Nuclear, elaborada a partir do Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro, 2010)

O suprimento de cargas de combustível ocorre tanto na partida da planta quanto ao longo de sua operação sendo que, nessa fase, os prazos de fornecimento são mais exíguos e esses componentes podem se constituir em elos críticos da cadeia.

Os serviços de engenharia entram na cadeia de suprimentos quando se considera a manutenção, reposição de peças e a contratação de serviços de apoio. São serviços externos contratados para troca de combustível da central, de inspeções de materiais e corrosão, pintura, proteção catódica, ensaios não destrutivos de controle, monitoração e de controle de qualidade durante a operação.

Por fim, o problema de rejeitos não é exclusivamente da área nuclear, no entanto, a indústria nuclear é a única que gerencia integralmente qualquer tipo de rejeito gerado em todo o seu ciclo de produção de tal forma a proteger a população e o meio ambiente de qualquer contato indevido com esses materiais.

5.4.5 - DESCOMISSIONAMENTO

Na etapa de descomissionamento, não existe ainda experiência nacional relacionada às nossas centrais nucleares, pois até o presente momento não houve nenhum processo de desativação das usinas instaladas.

6 – OPORTUNIDADES PARA AS MPE'S NO SETOR NUCLEAR

6.1 - PREMISSAS GERAIS

Mais de 90% das empresas formais no Brasil são micro e pequenas empresas, e grande parte delas faz parte da cadeia de valor de grandes empresas, seja como fornecedores, subfornecedores, prestadores de serviço ou distribuidores, revendedores, prestadores de serviços de assistência técnica, recicladores ou produtores rurais. Com o objetivo de promover o índice de produtividade e competitividade das pequenas empresas, o Sebrae, como agente promotor do empreendedorismo, adota uma estratégia de “cadeia produtiva”, que visa ajustar o fosso competitivo entre grandes e médias empresas e pequenas empresas e minimizar o gargalo na relação entre elas.

Nesse processo, a grande empresa passa a contar com fornecedores aptos a atender a seus critérios de excelência e colaborar na execução de seus projetos e os pequenos negócios tornam-se mais produtivos e competitivos, sendo capazes de integrar a cadeia de valor de outras grandes empresas e ter acesso a novos mercados, diminuindo a relação de dependência. Este estudo não tem o papel de suprir deficiências e gargalos decorrentes das diferenças de escala e poder de negociação entre pequenas e grandes empresas, uma vez que é o mercado que define as regras, mas o de contribuir para a construção de ambientes e instâncias de governança, reduzindo as assimetrias de mercado, para que as relações entre grandes, médias e pequenas empresas tenham mais possibilidades.

Com este espírito, organizamos informações que poderão ajudar empresas nacionais de micro, pequeno e médio porte, notadamente do Estado do Rio de Janeiro, a fornecer para as três principais âncoras do setor nuclear no pólo do Rio de Janeiro: Eletronuclear (Angra dos Reis), INB (Resende) e Nuclep (Itaguaí).

6.2 - OPORTUNIDADES COM A ELETRONUCLEAR

6.2.1 - COMO FORNECER

Todos os que puderem atender as características e requisitos técnicos estabelecidos nos documentos de contratação podem fornecer para a Eletronuclear (ETN): profissionais liberais, micro empreendedor individual, micro e pequenas empresas, empresas de grande porte, enfim, todos. Pela Lei Complementar 123/06 – microempresas e empresas de pequeno porte tem critério de desempate em Licitações de até 10% e, no Pregão, de até 5%. Do ponto de vista macro, há basicamente duas formas de fornecer para a empresa:

- Através de uma contratação de pequeno vulto (que requer cadastro e registro simples);
- Contratação por licitação ou pregão (que requer o cadastro completo).

Os documentos podem ser enviados por e-mail (cad_for@eletronuclear.gov.br), para adiantar a análise dos mesmos, e os originais podem ser entregues pessoalmente ou encaminhados via Correios, como será indicado posteriormente. Para o cadastro completo a documentação necessária inclui: Contrato Social, Comprovante CNPJ, Certidão da dívida ativa da União e Fazenda Federal, Certidão negativa Estadual, Certidão negativa Municipal, FGTS, Certidão de falência e concordata (no RJ dos 4 escritórios de distribuição), Balanço atualizado, Certidão de débitos trabalhistas e Atestado de capacidade técnica. Ao se cadastrar o fornecedor estará previamente habilitado, através dos atestados de capacidade técnica, para uma atividade específica.

O processo de compras funciona como no fluxograma apresentado a seguir:

4. Identificação da necessidade de contratação (PAA);
5. Criação e Envio da Requisição (Termo de Referência, Relatório de Orçamento e demais documentos) – vide regulamento de licitações e contratos da Eletrobras em (<http://www.eletronuclear.gov.br/Canais-de-Negocios/Licitacoes/Documents/Regulamento%20de%20Licita%C3%A7%C3%B5es%20e%20Contratos.pdf>);
6. Definição da Modalidade.

A partir desta etapa, o processo de compras diferencia-se dependendo da natureza da concorrência e valor estimado do investimento.

7. Compra de pequeno vulto

- Solicitação de Cotação pelo cadastro de fornecedores ETN;
- Análise Técnica, Comercial e de Qualidade (possibilidade de amostra);
- Escolha do Fornecedor (criação do pedido);
- Aprovação, Assinatura e Envio do pedido de compras para fornecedor.

Compra por Pregão

- Elaboração do Edital;
- Validação do Edital pela equipe de apoio definida;
- Publicação do Edital;
- Questionamentos do Edital;
- Recebimento das propostas no Compras Governamentais;
- Sessão Pública Compras Governamentais;
- Análise Técnica/ Comercial/ Qualidade/Compliance (possível amostra);
- Escolha do Fornecedor (Adjudicação);
- Autorização dos Serviços (Homologação).

Após a etapa 7, o fluxograma segue a mesma sequência para ambas as modalidades:

8. Entrega do Material/ Prestação do Serviço;
9. Pagamento do Fornecedor;
10. Emissão do Termo de Quitação e devolução da garantia.

Para buscar oportunidades, as empresas interessadas podem acessar as contratações em aberto no Compras Governamentais da Eletronuclear (ETN). O passo a passo no portal é o seguinte:

1. Acesse <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/> ;
2. Clique em “consultas”, “licitações” e “Aviso de licitações”;
3. No campo “Código da UASG”, clique em “selecionar” e digite o código da Eletrobras/Eletronuclear (910847);
4. Coloque o período de publicação e selecione a Modalidade;
5. “OK” no final da página.

Os fornecedores também podem acompanhar as contratações em andamento e realizadas no site da ETN: <https://www.eletronuclear.gov.br/Canais-de-Negocios/Licitacoes/Paginas/Licitacoes.aspx>

A Eletronuclear traz as seguintes exigências comerciais:

- Frete CIF (ETN não retira);
- Pagamento a prazo:
 - materiais - maior ou igual a 21 dias, a partir da data de entrega;
 - serviços - 30 dias a partir do recebimento da NF.
- Validade da proposta de 180 dias.

6.2.2 - REQUISITOS TÉCNICOS

A Eletronuclear realiza qualificação de fornecedores de itens e serviços importantes a segurança nuclear e qualidade operacional (DQ-AG-GQ-001), com objetivo de atender ao requisito 4.6.2 – Avaliação e Seleção de Fornecedores, da Norma CNEN-NN-1.16. Na seleção de fornecedores deve ser avaliada pela ETN a capacidade do ofertante de fornecer itens ou serviços de acordo com os requisitos dos documentos de aquisição (item 4.6.2.1 da Norma).

Com relação a segurança nuclear o item inclui ou está incluído em (requisito 34):

- a. Estruturas, sistemas e componentes cuja falha ou mau funcionamento pode resultar em exposições indevidas à radiação para o pessoal da instalação ou membros do público em geral;
- b. Estruturas, sistemas e componentes que evitam que ocorrências operacionais previstas resultem em condições de acidente;
- c. Dispositivos ou características necessárias para atenuar as consequências de falha ou mau funcionamento de estruturas, sistemas e componentes citados em a. e b. acima.

Com relação a qualidade operacional, (requisito 36), aplicam-se os requisitos em itens cuja falha ou mal funcionamento pode resultar em perda da disponibilidade de uma usina (PC-AG-GQ-005) e itens para os quais foram estabelecidos controles especiais, de modo a garantir sua confiabilidade visando a disponibilidade operacional da usina. Tais itens estão incluídos no escopo dos PGQ/RFAS, assim como em suas respectivas especificações técnicas aplicáveis.

Para avaliação de fornecedores em relação aos Itens de Segurança Nuclear (Requisições 34 em diante), o fabricante, dependendo do país da planta, deve ter um Sistema da Qualidade baseado em uma das seguintes Normas:

- CNEN NN 1.16 (Brasil) – Certificado Emitido pela ETN (após auditoria na planta) 2q;
- 10 CFR50appB (EUA) – Consulta o Banco de dados da NUPIC;
- KTA 1401 (Alemanha) – Certificado KTA 1401;
- Norma Nuclear Equivalente (demais países) – Avaliado caso a caso.

Para estar em conformidade, a contratada deve atender aos 13 requisitos (aplicáveis) da norma CNEN NN 1.16. A auditoria pela equipe da ETN, consiste em verificar a conformidade do Sistema da Qualidade da empresa contratada com a Norma.

4.	REQUISITOS PARA OS SISTEMAS E PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE
4.1	SISTEMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE
4.2	PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE
4.3	ORGANIZAÇÃO
4.4	CONTROLE DE DOCUMENTOS
4.5	CONTROLE DE PROJETO
4.6	CONTROLE DE AQUISIÇÕES
4.7	CONTROLE DE MATERIAIS
4.8	CONTROLE DE PROCESSOS
4.9	CONTROLE DE INSPEÇÃO E TESTES
4.10	CONTROLE DE ITENS NÃO-CONFORMES
4.11	AÇÕES CORRETIVAS
4.12	RÉGISTROS DE GARANTIA DA QUALIDADE
4.13	AUDITORIAS

Figura 32: Requisitos da Norma CNEN NN 1.16 (Fonte: CNEN, CNEN NN 1.16, Portaria CNEN 17/00, Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletricas e outras instalações, 2000)

Além de atender a norma CNEN, o fabricante deve ter um Sistema da Qualidade baseado na ISO 9001:2015. A empresa precisa apresentar um certificado ISO 9001:2015 emitido por organismo certificador acreditado pelo Inmetro e emitir um Plano da Qualidade com base na ISO 9001:2015, específico para o fornecimento em questão.

6.2.3 - REQUISITOS DE COMPLIANCE

A ETN exige de seus fornecedores que cumpram seu manual de compliance. Todos os colaboradores e representantes das empresas Eletrobras devem observar integralmente todas as leis e regulamentos anticorrupção aplicáveis, como a Lei contra Práticas de Corrupção Estrangeiras de 1977 e subsequentes alterações (a Foreign Corrupt Practices Act, “FCPA”), e a Lei nº 12.846, de 1º de agosto de 2013, conhecida como a “Lei Anticorrupção Brasileira”, doravante referidas como “Leis Anticorrupção”. A integridade profissional é um pré-requisito para a seleção e contratação de Representantes, sendo considerados também como Representantes os Fornecedores de Bens ou Serviços, Agentes, Corretores ou outros intermediários.

Programa de Compliance (Manual referente às leis anti-corrupção) da ETN: <https://www.eletronuclear.gov.br/Quem-Somos/Governanca/Documents/Manual-do-Programa-de-Compliance.pdf>

Em licitações de grande vulto, de alta complexidade técnica ou de riscos elevados, cuja definição é de competência da Diretoria Executiva, a homologação deve ser antecedida de análise de integridade promovida pela Diretoria de Compliance ou equivalente a que se subordinam as instâncias de controle e auditoria da empresa.

A análise de integridade deve reunir informações sobre o licitante que pretende ser contratado, bem como sobre seus representantes, incluindo sócios e administradores, de modo a certificar-se de que não há situações impeditivas à contratação. Também é preciso determinar o grau de risco do contrato, para realizar a supervisão adequada e a análise circunstanciada dos licitantes, das propostas e das possíveis alterações contratuais, bem como a verificação das cláusulas contidas nos editais, a fim de obstar direcionamento, conluio, fracionamento do objeto ou jogo de planilhas, dentre outros tipos de irregularidades. Por fim, deve-se recomendar à autoridade competente a homologação ou não da licitação e a tomada de outras providências consideradas adequadas, como anulação parcial da licitação, desclassificação ou inabilitação de licitante e instauração de processos administrativos disciplinares, se aplicável.

6.2.4 - REQUISITOS AMBIENTAIS

O atendimento legal é obrigação do fornecedor, para sua própria operação, independente da verificação da Eletronuclear. A consulta referente à análise de requisitos ambientais é realizada em aquisição de materiais e serviços para a CNAAA. Se aplicável, os requisitos ambientais fazem parte da documentação de habilitação do fornecedor (que pode ser aprovado, diligenciado ou reprovado).

A documentação de habilitação referentes aos requisitos ambientais tem as seguintes exigências:

- Possuir registro no Cadastro Técnico Federal, quando aplicável, comprovado mediante a apresentação do respectivo Certificado de Regularidade válido, emitido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA;
- Licença Ambiental própria ou de seu fornecedor válidos (ou protocolo de renovação), emitida pelo órgão ou entidade pública competente, para o exercício das atividades. Relativo a Licença Ambiental, o PROPONENTE deverá obter junto ao fabricante o documento exigido;
- Para alguns serviços, a depender da natureza da atividade, poderá ser necessário a licença ambiental estadual do Rio de Janeiro;
- Para aquisição de madeiras e subprodutos florestais, o fornecedor deve possuir o Documento de Origem Florestal (DOF).

Além disso, o fornecedor deve seguir a legislação ambiental referente ao licenciamento ambiental do Estado do Rio de Janeiro, que mudou no fim de 2019. Segundo o Decreto 46.890/2019 – Licenciamento Ambiental do Estado do Rio de Janeiro, no seu Art. 3º, “São instrumentos do Sistema de licenciamento/controlado ambiental: I - Licença Ambiental; II - Autorização Ambiental; III - Certidão Ambiental; IV - Certificado Ambiental; V - Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos; VI - Termo de Encerramento; e VII - Documento de Averbação”. E no Art. 4º: “O requerimento dos instrumentos previstos neste Decreto não será admitido sem a apresentação da documentação completa indicada no sítio eletrônico do INEA”.

Como referência aos fornecedores interessados, a Eletronuclear recomenda a Cartilha do Licenciamento Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2015), que pode ser encontrada em <https://www.firjan.com.br/publicacoes/manuais-e-cartilhas/licenciamentoambiental.htm>

A execução dos serviços realizados na CNAAA deverá seguir os procedimentos corporativos (disponibilizados após a assinatura do contrato) relacionados ao Sistema de Gestão Ambiental – SGA, que serão indicados na minuta do Contrato. As exigências da Contratada/Contratante são disponibilizadas previamente na minuta, na divulgação do Edital de Licitação, nas cláusulas de obrigações da Contratada/Contratante.

6.2.5 - DEMANDAS TÍPICAS

A Eletronuclear possui orçamento anual da ordem de 3 bilhões de reais para investimentos (a maior parte na construção de Angra 3) e mais de 1,3 bilhões de reais para dispêndios com materiais, produtos e serviços, conforme declarado pela própria estatal e aprovado no Decreto 10.520.

	REALIZADO 2020	PROGRAMAÇÃO 2021*
	DEFINITIVO	
	(a)	(b)
USOS		
Dispêndios de Capital	1.501.888	3.267.034
Investimentos	1.274.790	2.948.725
Amortizações Operações Créditos LP e CP	227.098	320.310
Outras Despesas de Capital	-	-
Dispêndios Correntes	2.759.543	2.841.061
Pessoal e Encargos Sociais	689.064	624.238
Programa de Desligamento Voluntário	5.301	-
Materiais e Produtos	682.701	872.542
Materiais de Consumo	57.518	57.797
Encargos de Conexão	179.910	226.847
Combustível nuclear	445.273	587.898
Serviços de Terceiros	261.936	558.096
Tributos e Encargos Parafiscais	474.735	514.777
Encargos Financeiros e Outros	555.356	137.319
Demais Dispêndios Correntes	90.451	134.091
Total dos Usos	4.261.431	6.108.096
FONTES		
Receitas	3.479.987	3.789.338
Receita Operacional	3.463.097	3.786.638
Receita não Operacional	16.890	2.700
Outros Recursos de Longo Prazo	1.202.180	3.146.363
Empréstimos e Financ. (não Instit. Financ.)	-	698.899
AFAC	1.202.180	2.447.464
Recursos de Curto Prazo	-	-
Total das Fontes	4.682.167	6.935.701
Variação de Capital de Giro	(722.333)	(272.662)
Ajuste de Receitas e Despesas Financeiras	116.625	(427.749)
Variação do Disponível	184.972	(127.194)
Total Líquido das Fontes	4.261.431	6.108.096

* Aprovado pelo Decreto nº 10.560, de 03/12/2020 (DOU 04/12/2020)

Figura 33: Orçamento Eletronuclear 2020 e 2021 (Fonte: Eletronuclear, disponível em <https://www.eletronuclear.gov.br/Acesso-a-Informacao/Paginas/default.aspx>, acessado em 11/12/2020)

Uma fração significativa deste capital guarda oportunidades para micro e pequenas empresas, sobretudo no Estado do Rio de Janeiro e na região da Costa Verde. Entre as oportunidades de fornecimento de bens e serviços de MPE's para a Eletronuclear, destacamos:

- Anodos de sacrifício em ligas não ferrosas como zinco e outras;
- Assessoria em comunicação e marketing;
- Assessoria em desenvolvimento de sistemas e softwares;
- Classificação, inspeção e adequação às NR (normas regulamentadoras);
- Confecção de máscaras respiratórias;
- Construção civil e engenharia;
- Consultoria e projetos na área nuclear;
- Consultoria e treinamento em qualidade, segurança, meio ambiente e saúde (QSMS);
- Consultoria em meio ambiente;
- Consultoria em pesquisa de mercado e desenvolvimento de projetos;

- Consultoria em Segurança e Medicina do Trabalho;
- Consultoria em sistemas de gestão da qualidade ISO;
- Contenção, absorção e tratamento de efluentes contaminados com petróleo e derivados;
- Equipamentos de proteção industrial (EPI);
- Equipamentos e consumíveis de soldagem;
- Estruturas metálicas para projetos de construção civil;
- Ferramentas industriais;
- Inspeção visual com utilização de drones e processamento de imagens;
- Isolamento térmico e acústico;
- Locação de equipamentos industriais;
- Locação de estruturas para eventos;
- Manutenção de instalações elétricas de baixa e média tensão;
- Manutenção industrial;
- Manutenção preventiva e corretiva em instalações prediais;
- Produtos abrasivos para corte, desbaste e usinagem;
- Produtos de limpeza, higiene e descartáveis;
- Projetos de sistemas de climatização (HVAC);
- Projetos de sistemas solares fotovoltaicos;
- Rastreamento de containers, equipamentos e veículos;
- Serviços de catering;
- Serviços de engenharia com ênfase em sistemas hidráulicos e pneumáticos;
- Serviços de outsourcing em tecnologia da informação (helpdesk etc.);
- Serviços de recrutamento e seleção;
- Serviços em tecnologia RFID;
- Serviços gráficos e impressões;
- Software de gestão de conteúdos e digitalização de documentos;
- Toaletes descartáveis e banheiros portáteis;
- Tratamento de água e efluentes;
- Treinamento em liderança, negociação e gestão de equipes;
- Produtos e serviços de caldeiraria sob medida;
- Óleos e lubrificantes;
- Conexões e fixadores metálicos;
- Bombas, válvulas, juntas e gaxetas.

Não incluímos na lista acima os bens e serviços de alta complexidade, que em sua maioria possuem algum tipo de tecnologia internacional ou exigem algum requisito técnico distante da realidade nacional, no momento. Nesse sentido, as micro e pequenas empresas devem ter dupla estratégia para fornecedor para a Eletronuclear (e toda a cadeia de valor nuclear, incluindo as demais âncoras):

- Fornecimento direto – através do cadastro de fornecedores da ETN, conforme passo a passo já detalhado anteriormente neste capítulo;
- Fornecimento indireto – através das empresas montadoras de equipamentos, tubulações, módulos ou construtoras de partes e peças ou ainda da construção civil.

A MPE que deseja investigar as oportunidades para o fornecimento indireto deve estudar quem são os fornecedores chave da ETN para os elos da cadeia imediatamente acima dos seus bens e serviços. Muitas empresas nacionais ou com presença nacional atualmente

forneçam ou já forneceram bens e serviços de maior valor agregado para a estatal e, portanto, devem estar no radar das MPE. Entre estas, citaremos apenas algumas, visando inspirar o empreendedor local a buscas alternativas comerciais junto às mesmas ou outras que de alguma forma possam estar associadas:

<i>UTC Engenharia</i>	<i>Enesa</i>	<i>Techint</i>
<i>GDK</i>	<i>Iesa Óleo e Gás</i>	<i>Intecnia</i>
<i>Tomé Engenharia</i>	<i>IC Supply Engenharia</i>	<i>NTT Brasil</i>
<i>Flowserve do Brasil</i>	<i>MRA Indústria</i>	<i>Sanesoluti Instrumentação</i>
<i>Lantele Elétrica</i>	<i>Globaljet</i>	<i>Messer Gases</i>
<i>Siemens</i>	<i>Renner Hermann</i>	<i>Shimadzu do Brasil</i>
<i>Conaut automação</i>	<i>Eagleburgmann</i>	<i>Engworks Industrial</i>
<i>Air Marine Engenharia</i>	<i>KSB Bombas</i>	<i>Merck Ind. Química</i>
<i>Haztec</i>	<i>Endress Hauser</i>	<i>Romafe Usinagem</i>
<i>ITT Rheinhutte Pumpen</i>	<i>Eckert & Ziegler do Brasil</i>	<i>Celtrovic Peças</i>
<i>Construmax Aços</i>	<i>Hexis Científica</i>	<i>Sauer do Brasil</i>
<i>Niveflow Instrumentação</i>	<i>Emerson Process Management</i>	<i>SPTF Tubos Flexíveis</i>

Figura 34: Alguns fornecedores importantes da Eletronuclear (Fonte: Bernardo Medina – Consultor do SEBRAE/RJ, a partir de informações obtidas com Karla Lepetitgalland, Departamento de Desenvolvimento de Novos Empreendimentos da Eletronuclear, 2020)

6.3 - OPORTUNIDADES COM A NUCLEP

Com orçamento anual da ordem de 200 milhões de reais, a empresa demanda bens e serviços de centenas de MPEs fluminenses que fazem ou podem fazer parte da cadeia de valor do setor nuclear e setores correlatos. Mais recentemente, a NUCLEP diversificou sua atuação indo para além do setor nuclear como forma de reduzir a dependência dos aportes do tesouro nacional e obter receitas reais a partir da adição de valor agregado ao mercado. Nesta seção serão apresentados os projetos mais recentes dos quais a NUCLEP tem participado em cada setor de modo que o empreendedor possa identificar oportunidades de fornecimento e negócios.

Setor	Perspectivas de Faturamento (R\$ Milhões)		
	2021 Contratos Vigentes	2021 Expectativa	2021 Consolidado
Defesa	22,4	3,3	25,7
Nuclear	16,3	6,8	23,0
Óleo e Gás	2,3	0,8	3,0
Energia	16,5	22,5	39,0
Outros	0,0	0,3	0,3
Total	57,4	33,6	91,0

Figura 35: Faturamento baseado em contratos e expectativas
(Fonte: NUCLEP, disponível em <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/informacoes-gerais>, acessado em 16/12/2020)

No setor nuclear, a estatal está em fase final dos projetos de fabricação de 3 condensadores e 8 acumuladores para a planta nuclear de Angra 3, tendo no final do ano de 2020 realizado a entrega de 3 acumuladores. No mesmo ano, a NUCLEP também iniciou o processo de entrega dos equipamentos, cuja previsão de conclusão era 2021. Desta forma, a NUCLEP deve concentrar esforços a curto prazo para atender o plano da usina de Angra 3, buscando fornecer trocadores de calor, realizar a montagem dos condensadores e do pull lining, bem como concluir a fabricação de componentes de interligação do sistema

secundário. Micro e pequenas empresas com bens e serviços com perfil adequado podem se beneficiar desta empreitada, uma vez que a NUCLEP precisará de fornecedores para atender a esta demanda.

Uma oportunidade particular identificada no plano da Eletronuclear traz a possibilidade de aumento da vida útil das usinas nucleares já em operação, uma tendência mundial. Desse modo, a NUCLEP poderá substituir equipamentos pesados, considerando que a extensão de vida útil das usinas por mais duas décadas faz parte dos objetivos declarados da Eletronuclear. No último ano, um dos focos seria a conclusão dos equipamentos de Angra 3, a fabricação de equipamentos para o reator Multipropósito Brasileiro (RMB) e a fabricação de equipamentos para a INB.

Devido ao conhecimento desenvolvido durante as fabricações de cascos, a NUCLEP vem desenvolvendo ações para atuação em novos projetos do PROSUB em parceria com a Marinha do Brasil. Há três projetos relevantes em discussão:

- Fabricação de um Sino de Resgate Submarino (SRS);
- Soldagem de união das seções estruturais do casco resistente do submarino Tamoio;
- Construção em parceria com a ICN do Navio de Apoio Antártico (NAPAnt).

Também no ano de 2020, a NUCLEP deu início a fabricação, montagem e fornecimento do vaso (cilindro) e estruturas internas de contenção e a fabricação do tanque de blindagem primária do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica, mais especificamente dos sistemas de propulsão que serão instalados no Submarino Nuclear (SN-BR). A NUCLEP ainda manteve a fabricação do vaso do reator e os geradores de vapor para o SN-BR.

Já foram construídos na NUCLEP os cascos resistentes dos quatro submarinos convencionais do PROSUB. Embora a construção do casco resistente do submarino nuclear ainda não tenha sido iniciada, uma série de componentes já se encontram em fabricação e as discussões para a fabricação da seção de qualificação do casco foram iniciadas. A estatal previa para 2021/2022 a celebração deste contrato, o que potencialmente irá demandar a subcontratação de MPEs fornecedoras para dar apoio a NUCLEP.

Enquanto isso, no setor de Petróleo e Gás, as oportunidades de negócios estão relacionadas com a retomada do setor no Brasil e o Plano de Negócios da estatal, que prevê um investimento nas áreas de Exploração e Produção de US\$ 46,5 bilhões até 2025. Destes, estão previstas a construção de 13 novas plataformas que movimentarão a economia nacional devido a necessidade de equipamentos e serviços necessários para tais embarcações.

Neste contexto, em 2020, a NUCLEP venceu a concorrência e fabricou a Torre Regeneradora de DEA (Dietanolamina) com previsão de entrega para fevereiro de 2021. A NUCLEP também foi a única empresa brasileira a apresentar proposta e a possuir condições de fornecimento do Tambor de coque da Petrobras, devido as suas dimensões, complexidade e logística. Deste modo, após a entrega acima citada, a NUCLEP pretende fornecer mais projetos para Petrobras e outras do segmento nos próximos anos.

No setor de transmissão de energia, outra frente de negócios da NUCLEP, a empresa firmou parceria para a produção de estruturas metálicas para torres. Em abril de 2020, a NUCLEP celebrou o seu primeiro contrato com a empresa Neoenergia. A fábrica iniciou as suas atividades produtivas no início de 2020, bem como já iniciou do seu projeto de expansão: a NUCLEP adquiriu 5 máquinas para aumento da sua capacidade produtiva, as quais se encontram em fase de instalação e comissionamento.

Receita por Clientes	Dezembro 2020	Dezembro 2019
ICN	-	18.226
Eletro nuclear	4.039	1.514
INB	199	321
Superpesa	86	-
Ebse	133	-
Flowserve	171	-
Neoenergia	470	-
CTMSP	122	-
Outros	92	258
Total da Receita Operacional Bruta	5.312	20.319

Figura 36: Receita por clientes da NUCLEP (Fonte: NUCLEP, disponível em <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/informacoes-gerais>, acessado em 16/12/2020)

Todos esses projetos – nos setores nuclear, de defesa, óleo e gás e energia – possuem potencial de demanda significativa para as micro e pequenas empresas fluminenses, sobretudo de bens e serviços como perfis e componentes de ligas de ferro e aço (chapas, tubos, barras etc.), consumíveis de soldagem (eletrodos, varetas, gases), abrasivos (discos de corte, desbaste), fixadores, uniformes, ferramentas de corte, dobra e usinagem, serviços de manutenção mecânica, de usinagem, locação de equipamentos, transportes e logística, entre outros. Isso sem mencionar serviços administrativos e de gestão da produção.

A empresa disponibiliza em seu site o regulamento de compras, manual de gestão de contratos e de contratações: <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/licitacoes>. Para contactar o setor de compras: (21) 3781-4529 ou comunicação (21) 3781-4365, email: comunica@nuclep.gov.br. Escritório (Centro do Rio): Av. Rio Branco, nº 01 – sala 1610 – Centro – Rio de Janeiro/RJ.

6.4 - OPORTUNIDADES COM A INB

Como se sabe, nos últimos anos ocorreram mudanças na política nacional de energia e no setor nuclear, o que trouxe para as Indústrias Nucleares do Brasil (INB) uma percepção da necessidade de realinhamento da sua estratégia e objetivos. Este replanejamento, em plena pandemia, inaugura uma fase de amadurecimento da cultura de resultados da empresa e pavimentou o caminho para independência dos recursos do tesouro. Para alcançar estes objetivos foram estabelecidos 17 projetos e ações estratégicas prioritárias. Entre os projetos de maior interesse potencial às micro e pequenas empresas (MPes), destacam-se:

- Nacionalização da fabricação de componentes e prestação de serviços”, visando a redução da dependência de partes e peças importadas;
- Implantação e ampliação da usina de enriquecimento de urânio em Resende/RJ;
- Retomada de atividades da Unidade de Concentração de Urânio (URA) em Caetité, Bahia, na Mina do Engenho;
- Apresentação ao Ministério de Minas e Energia do projeto Santa Quitéria, relativo ao aumento da escala de produção de Urânio, em parceria com a iniciativa privada e o governo do Ceará.

Estes projetos e seus desdobramentos precisam ser monitorados pelas MPes interessadas em fazer parte da cadeia de fornecedores do setor nuclear através do elo da INB. No site da empresa é possível encontrar mais informações detalhadas a respeito de como tornar-se um fornecedor e as principais licitações e contratações. Neste estudo, destacamos as oportunidades mais recentes que podem beneficiar direta ou indiretamente empresas locais:

- Instalação de sistema de alerta em massa nas zonas de autossalvamento, incluindo fornecimento de mão-de-obra, material e de todos os serviços para a entrega final do objeto, incluindo elaboração de projeto básico, bem como o projeto executivo, a serem executados na barragem de rejeitos e na barragem de águas claras;

- Serviços de readequação da sala de segregação de rejeitos da fábrica de combustível nuclear (FCN), da INB, incluindo todos os insumos necessários, conforme especificações;
- Elaboração de projeto de engenharia em nível detalhado, e sua execução, para recuperação e impermeabilização de duas bacias de captação de água integrantes da unidade em descomissionamento de caldas da INB;
- Execução de obra e montagem elétrica das redes de média e baixa tensão da mina do engenho, tais como as linhas de distribuição, transformadores, e instalação de seus equipamentos, e com fornecimento dos materiais;
- Elaboração de projeto executivo e serviços de montagem de tubulação, bem como fornecimento de material utilizando o sistema para união de tubos, conexões, válvulas e acessórios, através de acoplamentos mecânicos ranhurados;
- Elaboração de projeto, fabricação de ferramental e serviço de estampagem do subcomponente do filtro anti-debris fuelguard;
- Execução dos serviços de análise, reparo, instalação e inspeção com fornecimento de materiais e emissão de laudos técnicos para o sistema de SPDA de áreas sob regime de execução semi-integrada;
- Execução dos serviços de complementação e modernização da infraestrutura do sistema de efluentes inativos do pátio multiuso, integrante da fábrica de combustível nuclear (FCN) da INB.

Trata-se de fornecimentos de bens e serviços contratados pela INB nos últimos anos, já executados ou ainda em andamento, com objetivo de ilustrar ao empreendedor o tipo de demanda gerada pela estatal. O empresário deve correlacionar estes itens com seu próprio portfólio de negócios a fim de encontrar as possíveis correlações, assim definindo um plano de ação que permita explorar economicamente as oportunidades pertinentes.

A Gerência de Suprimentos da INB informa que a inscrição de empresas e profissionais para atualização ou formação de Cadastro de Fornecedores encontra-se permanentemente aberta. A relação da documentação necessária para cadastro está disponível no Regulamento Interno de Licitações e Contratos - Capítulo 2 - Cadastro de Fornecedores. Para registrar os dados da empresa no sistema de cadastro de fornecedores da INB é necessário encaminhar a relação de dados gerais da empresa (razão social, endereço, cidade, estado, CEP, fone, CNPJ, atividades, e-mail e nome para contato).

Os documentos disponíveis em sites oficiais não necessitam de autenticação e poderão ser fornecidos via e-mail. Para os demais documentos a INB solicita encaminhar cópias autenticadas, ou cópias com os respectivos originais, para autenticação pelo setor de cadastro no seguinte endereço: Av. República do Chile, nº 230 – Centro Empresarial Castello Branco - 24º andar – Centro, CEP: 20031-919, aos cuidados da Gerência de Suprimentos - Setor de Cadastro. Dúvidas e esclarecimentos poderão ser obtidos através do e-mail gesup@inb.gov.br ou laurosantiago@inb.gov.br.

6.5 - OPORTUNIDADES NO SEGMENTO DE MEDICINA NUCLEAR

6.5.1 - PRINCÍPIOS DE MEDICINA NUCLEAR

A medicina nuclear é uma área da medicina que faz uso de mínimas quantidades de radioisótopos administrados ao paciente (por injeção, aspiração ou deglutição) para examinar a função de órgãos e tecidos. As substâncias emitem energia na forma de fótons (raios gama) ou de pósitrons que são detectados por equipamentos específicos, gerando imagens estáticas e/ou dinâmicas que ilustram o funcionamento do órgão estudado após o processamento de dados por computadores.

Os radioisótopos são ligados a moléculas carreadoras de acordo com a região a ser observada. Pode-se usar moléculas metabolizadas como açúcares ou proteínas específicas e avaliar sua distribuição pelo corpo, como é o caso da marcação de leucócitos para identificar focos de inflamação e infecção, ou de hemácias para avaliar sangramentos. A tecnologia é segura e utilizada há várias décadas como método diagnóstico, uma vez que se trabalha com doses ínfimas de radiação.

A tecnologia pode ser utilizada na detecção de doenças em fases iniciais, antes que causem alterações detectáveis por exames convencionais. A técnica é largamente aplicada no diagnóstico de diversos tipos de câncer, de doenças cardíacas, endócrinas, neurológicas e gastrointestinais. Entre os exames diagnósticos mais antigos da medicina nuclear estão a cintilografia – na qual o radiofármaco é administrado ao paciente geralmente por injeção, e este é “lido” pelo equipamento gama câmara – além da cintilografia óssea, do miocárdio, renais e da tireoide.

Para fins diagnósticos, os radioisótopos mais empregados na medicina nuclear são o tecnécio-99 (marcação de moléculas carreadoras) e o iodo-131 (avaliação de doenças na tireoide e tratamento de câncer na tireoide), e menos frequentemente o gálio-67 (atualmente mais utilizado para avaliação de possíveis focos infecciosos) e o tálio-201 (doenças cardíacas). Para fins de tratamento, outros exemplos de radiofármacos utilizados são o samário-153, para tratamento de tumores ósseos, e o 177-Lutécio-Dotatato, para tratamento de tumores neuroendócrinos bem diferenciados.

Novos radioisótopos vêm sendo identificados e liberados para uso em tratamentos médicos, entre os quais destaca-se o Rádio-223, utilizado em terapias contra câncer nos ossos de origem prostática (aprovado pela Food and Drug Administration norte-americana em 2013). O 223 é particularmente diferente porque emite partículas alfa (a maioria emite beta), capazes de liberar mais energia em um raio menor de atuação, o que resulta em um tratamento mais eficiente.

Uma clínica com serviços de medicina nuclear deve requisitar aprovação da autoridade sanitária local e da CNEN e deve ter uma gestão logística sofisticada, tanto para proteção de equipe e de estruturas ao material radioativo quanto para a obtenção dos materiais em si. Nesse sentido, e tendo em vista a especificidade dos materiais utilizados, a medicina nuclear no Brasil concentra-se nos grandes centros econômicos.

O mapa abaixo nos ajuda a identificar os principais stakeholders do nicho de medicina nuclear brasileiro:

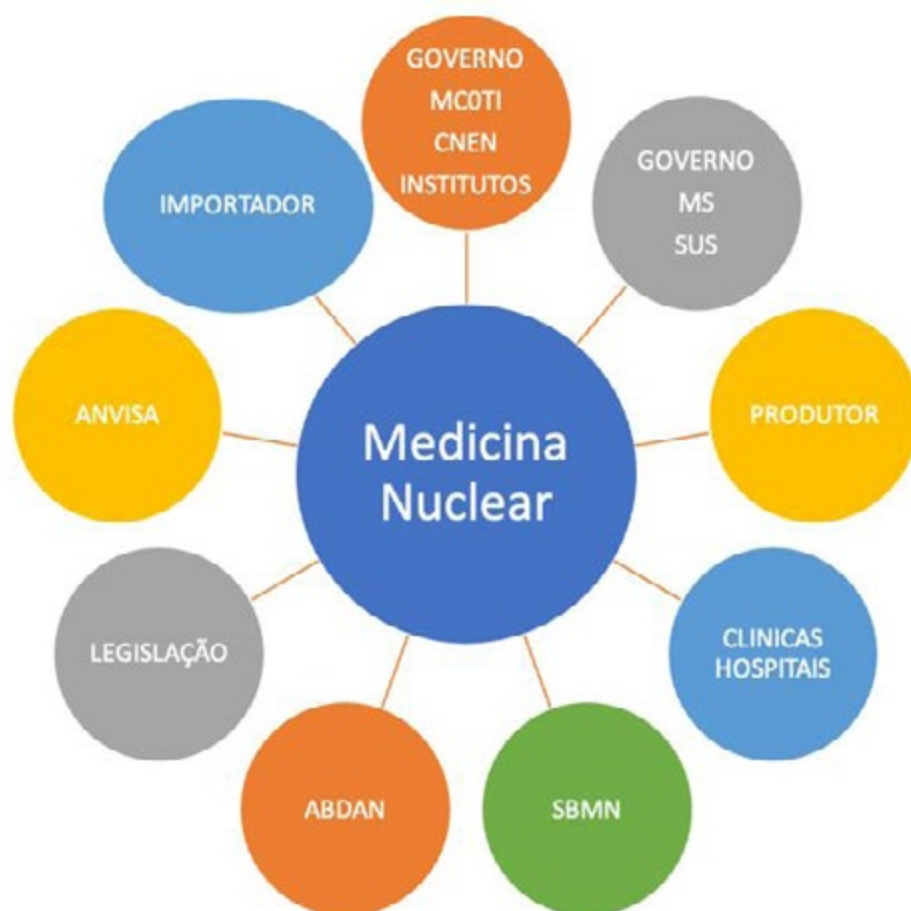


Figura 37: Stakeholders da Medicina Nuclear Brasileira (imagem extraída de apresentação elaborada e publicada por Beatriz Leme, Executiva na Área de Saúde e Medicina Nuclear, em junho de 2021)

A Abdan passou a agregar as empresas de medicina nuclear há um ano, defendendo a flexibilização do mercado de Medicina Nuclear, uma vez que boa parte de tudo do setor é atualmente importado. Em plena pandemia, o Brasil ficou sem radioisótopos para tratamento e diagnóstico de câncer, o que evidencia a necessidade de desenvolvimento de fornecedores locais, melhora da logística internacional e gestão de estoques.

6.5.2 - OPORTUNIDADES NA MEDICINA NUCLEAR

Segundo os próprios especialistas da área, a medicina nuclear brasileira tem potencial enorme de crescimento para os próximos anos, o que pode ser exemplificado pelo investimento no Brasil por parte de multinacionais como a farmacêutica Bayer e a companhia de tecnologia médica Siemens Healthineers. As MPEs que desejam explorar oportunidades neste nicho precisam conhecer a estrutura da cadeia de valor e o modelo de negócio dos principais players desse mercado.

A maioria dos equipamentos e insumos de alto valor agregado é de origem importada e até mesmo a manutenção de tais equipamentos é feita pelos seus fabricantes multinacionais. Por esses motivos, a maioria das oportunidades de negócio para micro e pequenas empresas residem especialmente no fornecimento de bens e serviços não-críticos e em tornarem-se subfornecedoras do elo anterior, como podemos ver no próximo esquema:

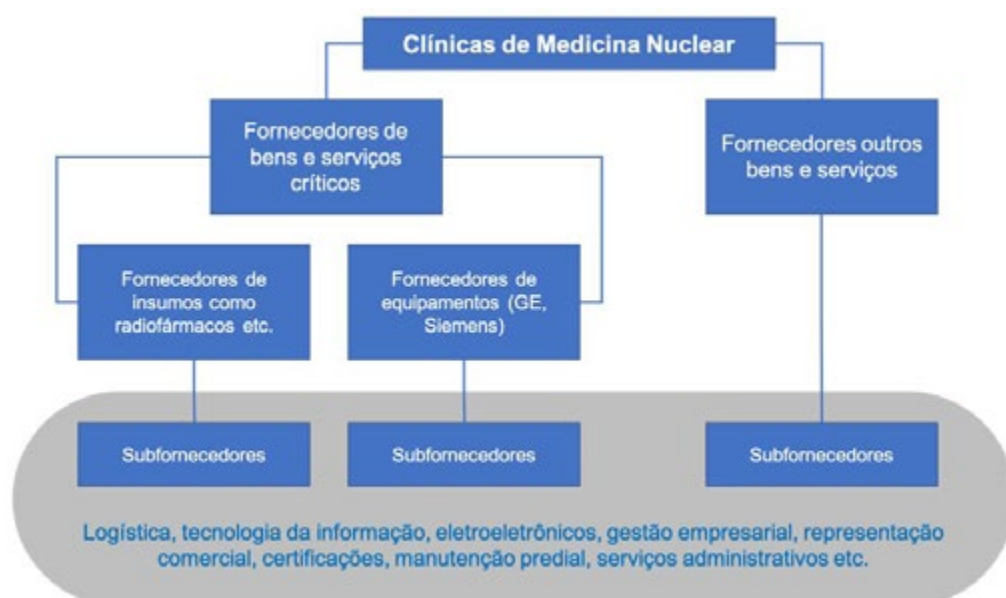


Figura 38: Elos da cadeia de suprimentos na Medicina Nuclear (Figura elaborada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ)

Em outras palavras, as MPEs podem participar da cadeia de suprimentos do setor de medicina nuclear fornecendo:

- Diretamente para as clínicas de medicina nuclear, somente itens não-críticos;
- Para fornecedores de insumos como radiofármacos, como Bayer e outras;
- Para os fornecedores de equipamentos, como GE e Siemens;
- Para os fornecedores de itens não-críticos (compras de menor potencial econômico).

Segundo alguns executivos a frente de clínicas de medicina nuclear, alguns nichos de mercado podem ser particularmente interessantes, como o de peças feitas de chumbo, marcenaria sob medida de alta qualidade, obras civis (piso, alvenaria etc.) com elevado grau de acabamento, empresas de consultoria e prestação de serviço de proteção radiológica (necessário ter responsável técnico formado em física e com certificação pelo CNEN). Para esses tipos de trabalho, com exceção do último item, não há requisitos normatizados.

Outra lacuna a ser potencialmente ocupada por MPEs é justamente no atendimento à falta de profissionais qualificados com formação em física e física médica para atendimento à cadeia do setor. Além de haver poucos alunos optantes por este tipo de curso, os formandos destas áreas aparentemente desconhecem as oportunidades existentes no setor de medicina nuclear. Nesse sentido é difícil para as empresas-âncora já atuantes no mercado contratar serviços de inteligência ou mesmo aprovar novas clínicas e serviços médicos ou relacionados, que demandam cálculos complexos e assinatura de um responsável técnico bem formado e devidamente certificado. Uma MPE formada por físicos que atuem em consultoria, ou mesmo uma MPE que atue na formação ou recrutamento destes profissionais no mercado pode ser uma alternativa.

De acordo com dados da CNEN, em 2010 havia 342 clínicas de medicina nuclear no país. Médicos especializados na área somavam 353, e havia 187 supervisores. A distribuição de médicos e supervisores é similar, com quase 80% dos centros especializados no país nas regiões Sul e Sudeste. Apenas 6 clínicas são encontradas na região Norte, 22 na Centro-Oeste e 50 na Nordeste. As projeções de crescimento, entretando, são otimistas: em 2019, segundo levantamento da Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear, havia 430 clínicas habilitadas a fornecer serviços de medicina nuclear no país – um crescimento de 20% em

uma década. A entidade, ainda, estimou em 5% o crescimento anual do mercado a partir de 2018.

As multinacionais encontram obstáculos quanto à legislação e infraestrutura nacional, o que dificulta planos de crescimento local. A Bayer, por exemplo, vem tendo sucesso com o radiofármaco Xofigo, usado para o tratamento de pacientes com câncer de próstata. Especificamente para o Brasil, a empresa disse que está conduzindo o chamado estudo PEACE 3, que avalia a combinação e os efeitos do Xofigo com a enzalutamida em pacientes com câncer de próstata.

Outras indústrias que produzem tecnologias necessárias para o tratamento e diagnóstico nos serviços de medicina nuclear também tentam avançar no país, a despeito das dificuldades apresentadas no aspecto regulatório. A Siemens Healthineers, acredita que o Brasil ainda pode evoluir nesse segmento. A título de comparação, vale dizer que, no Chile, país de população e economia menores, há 3 equipamentos de última geração da medicina nuclear tipo PET-CT (o modelo da Siemens se chama “Vision”), uma vez que a burocracia nos registros é menor naquele país.

O setor de medicina nuclear é altamente regulado por órgãos como CNEN, ANVISA e ANS, entre outros, o que resulta ao mesmo tempo em complexidade adicional para as empresas atuantes e, também, barreira de entrada para concorrentes. Nesse sentido, o setor esconde margens potencialmente interessantes e fora da curva para os empreendedores capazes de mapear o mercado e furar o bloqueio inicial.

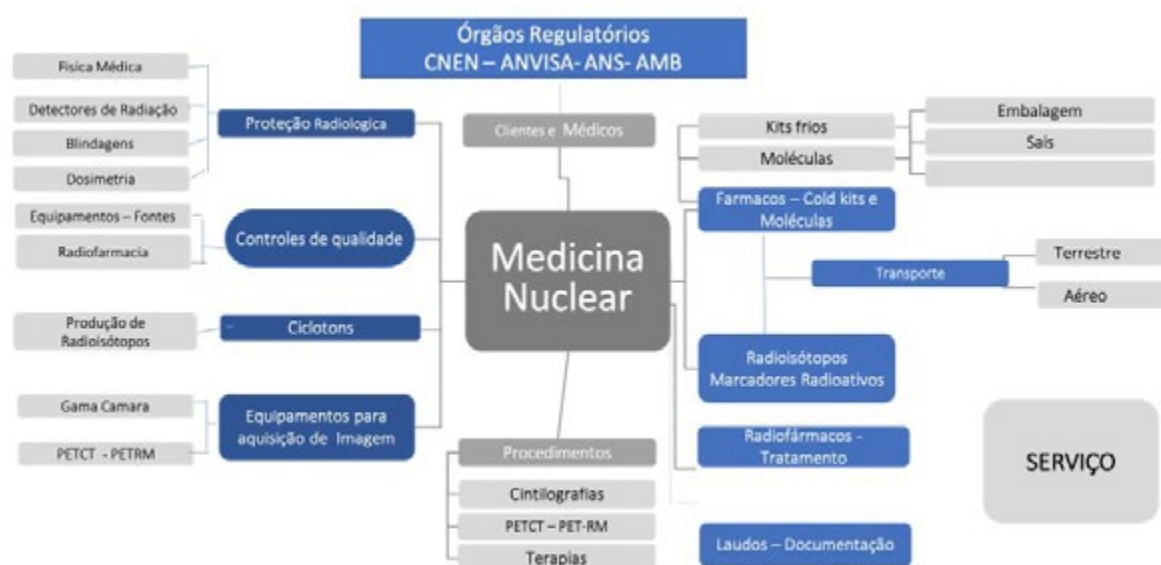


Figura 39: Panorama da Medicina Nuclear (imagem extraída de apresentação elaborada e publicada por Beatriz Leme, Executiva na Área de Saúde e Medicina Nuclear, em junho de 2021)

As MPE's interessadas em fazer parte da cadeia deste peculiar setor devem seguir os seguintes passos sequenciais ou não:

1. Buscar informações diversas, como artigos e estudos a respeito do setor, compreendendo sua lógica de funcionamento e interdependência entre os diferentes atores;
2. Analisar seu próprio portfólio de produtos e serviços para identificar o que pode ser demandado por empresas do setor, ou o que porventura poderia ser desenvolvido;
3. Pesquisar sites das empresas-âncora do setor – como clínicas e fornecedores de itens críticos – para avaliar a possibilidade de fornecer seus bens e serviços de forma direta: como se cadastrar, política de compras, requisitos necessários etc. Trata-se de dados que mudam com frequência ou que podem exigir ação prévia da MPE;
4. Buscar participar de eventos (presenciais ou virtuais) do setor, de forma a interagir com outros pares e esclarecer dúvidas que surgem ao longo dos passos anteriores;
5. Avaliar a pertinência e viabilidade de se associar a alguma rede de fornecedores ou de players do setor de medicina nuclear, onde pode-se explorar potenciais parceriais e manter-se conectado com as atualizações deste nicho de mercado;
6. Engajar-se nas redes sociais, particularmente o LinkedIn, seguindo empresas, instituições-chave e pessoas ligadas ao setor de medicina nuclear, de forma a receber novidades e tentar, periódica e gradualmente, contato mais próximo com o núcleo central. Até mesmo o agendamento de reuniões pode ser uma possibilidade a partir desse aquecimento prévio;
7. Após o êxito em uma ou mais das etapas anteriores, realizar um fornecimento teste de bem ou serviço para empresa integrante da cadeia de valor do setor de medicina nuclear.

7 – CONVERGÊNCIA ENTRE OS ELOS DA CADEIA

7.1 - CONVERGÊNCIA SETORIAL

A cadeia produtiva é o conjunto de atividades econômicas, conduzidas por agentes econômicos, que se articulam progressivamente desde o início da elaboração de um produto até seu consumo final. Isso inclui desde as matérias primas, máquinas e equipamentos, produtos intermediários, a distribuição e a comercialização do produto final, além dos serviços relacionados. Atualmente se estende após o consumo com a reciclagem, o reaproveitamento e a reutilização. A lógica da convergência setorial ao longo das cadeias produtivas estimula a integração entre setores econômicos que muitas vezes não se percebem, porém podem alavancar a cadeia de valor das empresas participantes e dos agentes econômicos e sociais.



Figura 40: Dimensões da Convergência Setorial
(Figura elaborada por Renato Regazzi – Gerente de Grandes Empreendimentos do Sebrae/RJ)

A criação de um ambiente de negócio entre as empresas e demais partes envolvidas, visa o adensamento da cadeia produtiva na região, utilizando como estratégia o poder de compras simultâneo das grandes empresas e do setor público. Esta abordagem caracterizada pela dinamização setorial e territorial (tríplice hélice), torna-se um grande diferencial, pois alavanca a competitividade dos pequenos empreendimentos nas três dimensões (empresarial, estrutural e sistêmica), massificando o poder de compra e reduzindo as assimetrias nas relações negociais entre as grandes e as pequenas empresas.

A dimensão empresarial diz respeito ao poder de decisão que a empresa possui e pode controlar, isto é, aspectos relacionados à eficácia da gestão em termos de estratégia, a tecnologia, a capacitação produtiva e gerencial. A dimensão estrutural envolve elementos sobre os quais a capacidade de influência das pequenas empresas é restrita, como características setoriais específicas e definidas pelo mercado e políticas públicas. Por fim, a dimensão sistêmica é composta por fatores macroeconômicos, políticos, regulatórios, infra estruturais, sociais e internacionais sobre os quais a pequena empresa não possui ingerência.

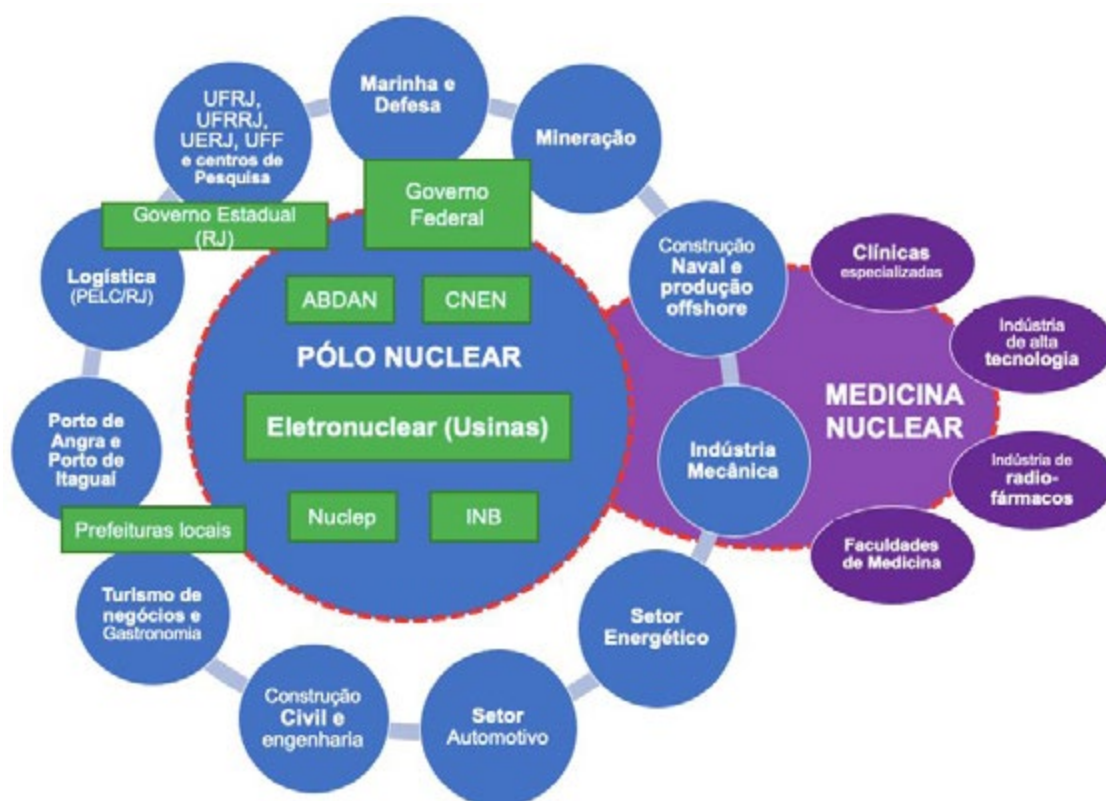


Figura 41: Representação do arranjo produtivo do setor Nuclear (Figura elaborada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ)

Polos, clusters ou aglomerados são empresas e instituições, de um mesmo ramo ou segmentos de atividade relacionados que se encontram, instalados numa área geográfica próxima, com relações formalizadas e integradas, gerando conhecimento e desenvolvimento para todos os atores. Para Michael Porter, há quatro conjuntos de condições que caracterizam um polo: fatores de produção, demanda, presença de fornecedores, rivalidade e estratégias de competição das empresas locais.

No caso específico do setor nuclear, existe correlação direta ou indireta com a indústria mecânica, de construção naval, offshore, serviços de engenharia e construção civil, setor de defesa, setor logístico, e setor automotivo, entre outros. Há ainda correlação com o

setor portuário, notadamente os portos de Itaguaí, Angra (e porto do Rio), além da interdependência com universidades e centros de pesquisa, entre outros.

Segundo Renato Regazzi, gerente de diversos projetos de encadeamento produtivo no SEBRAE/RJ, para corretamente identificar e entender a complexidade de um cluster ou polo, bem como para melhor aproveitar suas potencialidades, é preciso entender-se primeiramente o conceito moderno de convergência setorial.

“Entender o todo e suas partes, evitando a visão e a atuação fragmentada, com o objetivo de estimular o diálogo, o entendimento e a sinergia entre todos os atores que interferem direta ou indiretamente no sistema produtivo, transformando vantagens comparativas em vantagens competitivas de fato, contribuindo para a melhoria do ambiente de negócio no Brasil.”

(Regazzi, R. – 2018).

Se observarmos os principais atores da cadeia de valor do setor nuclear, particularmente na região sudeste, é possível traçar uma rota que conecta oferta e demanda, universidade e empresa, setor público e privado: a chamada rota tecnológica. O mapeamento de rotas tecnológicas é uma ferramenta de suporte ao planejamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento ao longo do tempo. É um sistema para elaboração de projetos impulsionada pela necessidade de conhecimento, com a finalidade de identificar, selecionar e desenvolver tecnologias alternativas para satisfazer um determinado conjunto de necessidades ou de produtos já definidos. Este mapeamento permite que os desenvolvimentos tecnológicos se alinhem às tendências do mercado.

ROTA TECNOLÓGICA DO SETOR NUCLEAR



Figura 42: Rota Tecnológica Nuclear RJ-SP-MG

(Imagem elaborada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ a partir de pesquisas sobre o setor)

De acordo com a CNEN, a nível nacional existem 1947 instalações relacionadas ao setor nuclear, atuantes nas áreas industrial, comercial, de serviços, de pesquisa, de segurança e de medicina nuclear. A lista inclui especialidades que vão desde a irradiação por equipamentos geradores até radioterapia e clínicas médicas, passando por bens e serviços como medidores nucleares, radiografia industrial, inspeção corporal e laboratórios de calibração etc.

Nesse sentido, se produz valor para a sociedade principalmente por meio das inter-relações e cooperações empresariais e institucionais, com foco na inovação, melhoria de processo, marca, produtos e serviços e na solução de problemas locais, nacionais ou até mesmo globais e humanitários. Esta abordagem otimiza recursos devido ao melhor aproveitamento e utilização dos ativos existentes, de forma colaborativa e compartilhada, visando a economia circular, o bem estar e o aumento da produtividade e competitividade de todos os atores envolvidos.

7.2 - INTERFACES COM O PLANO ESTRATÉGICO DE LOGÍSTICA E CARGAS DO RIO DE JANEIRO

O PELC/RJ 2045 (Plano Estratégico de Logística e Cargas do Rio de Janeiro) pretende funcionar como base para que o Governo formule uma política pública para o Transporte de Cargas e Logística no Estado. O Rio de Janeiro possui a terceira maior extensão no litoral brasileiro e é banhado por águas profundas, boas para a circulação de navios e excelente para a instalação de grandes portos, apesar de ser o quarto menor Estado do Brasil em tamanho. Pois isso o estado possui condição natural favorável para participar ativamente do comércio que sustenta a globalização e a “mundialização” do sistema produtivo, com cadeias (estruturas de produção complementares e interligadas) cada vez mais espalhadas pelo planeta.

Mais do que um plano, o que se pretende é que o PELC/RJ 2045 seja percebido como um processo dinâmico, permanente e participativo de planejamento, com monitoramento e avaliações constantes de suas ações. Nesse cenário, o Rio de Janeiro não pode deixar de aproveitar suas grandes vantagens competitivas para expandir e incluir cada vez mais suas cadeias produtivas nesse sistema global, atender aos fluxos marítimos e aéreos de cargas, regionais, nacionais e internacionais e exercer um papel de destaque dentro da logística, impulsionando seu desenvolvimento de forma integrada ao restante do país.



Figura 43: Mapa do PELC/RJ 2045 (Fonte: PELC/RJ 2045 – Sumário Executivo, Secretaria de Transportes do Estado do RJ, 2016)

Para que um sistema logístico de classe mundial como o desejado para o Rio de Janeiro funcione bem, ele depende de componentes fundamentais: de um lado, a infraestrutura, de outro, os processos e a gestão e, junto a esta, a regulação. Para tratar do primeiro deles, ao longo do processo de construção do Plano, um dos principais esforços foi o de identificar um conjunto de projetos de infraestrutura que deverá ser colocado em ação para dar suporte a esse sistema logístico.

O Arco Metropolitano permite a integração do Porto de Itaguaí à malha rodoviária nacional. Ele realiza a ligação entre os eixos rodoviários principais de acesso do Rio a São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal sem a necessidade de circulação pela Avenida Brasil e pela Ponte Rio-Niterói, principais vias de acesso à capital. Desse modo, proporciona a redução do tempo de viagem e, com ela, do custo logístico, melhorando a acessibilidade dos municípios próximos ao Arco e que concentram grande contingente populacional. É pleiteada ainda a extensão do Arco até Maricá, efetivamente completando a sua conexão com todas as rodovias que acesam à Região Metropolitana, incluindo a RJ 106.

O Arco é complementado por um conjunto de ligações para o polo petroquímico de Duque de Caxias e o COMPERJ. Com a exploração do pré-sal, a expectativa é de que indústrias de apoio às atividades offshore dos campos de petróleo do norte da Bacia de Santos sejam instaladas em áreas ao longo do Arco, considerando sua vantagem geográfica para a movimentação de cargas para São Paulo, Minas Gerais, Porto do Rio, Porto de Itaguaí, Região de Macaé e portos de apoio às operações de exploração e produção em alto-mar.



Figura 44: Polo Nuclear do Rio de Janeiro
(Imagem elaborada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ a partir de pesquisas sobre o setor)

Formado por um conjunto de infraestruturas terrestres, o eixo Rio–São Paulo conecta ambos os estados e transporta cargas de passagem do Sul para o Norte e o Nordeste, em ambos os sentidos. Movimenta mercadorias de todos os tipos e valores e as principais cargas transportadas atendem a indústria siderúrgica e o setor automotivo do Sul Fluminense e da região metropolitana do Rio de Janeiro.

É por intermédio do Eixo Multimodal Rio–Minas Gerais que os produtos industriais de Minas Gerais são transportados até os portos do Rio e de Itaguaí, outras importantes âncoras logísticas propostas pelo PELC/RJ 2045 para o Estado. As principais rodovias são a BR-040, BR-393 e BR-116 Norte, enquanto as principais ligações ferroviárias (Ferrovia do Aço e Linha do Centro) são operadas pela MRS Logística. O minério de ferro para exportação e para abastecimento do setor siderúrgico é o produto mais transportado por via férrea.

As áreas agrícola e pecuária, apesar de representarem um pequeno percentual do PIB estadual, têm o potencial de fixar o homem ao campo e evitar o inchaço das periferias das pequenas e médias cidades. Uma possibilidade para isso seria a produção de itens com maior valor agregado. Os projetos das ferrovias EF-354 e EF-118 têm plenas condições de apoiar a produção do Centro-Oeste com foco no mercado internacional. Com relação à indústria da transformação, seu aumento de competitividade é fundamental para enfrentar a concorrência asiática.

Nessa linha, o PELC pode colaborar no planejamento de plataformas logísticas, gasodutos para consumo e segurança energética, além da remoção dos gargalos logísticos mais importantes para escoamento da produção ou suprimento de matérias primas. Para a indústria da construção civil, recomenda-se um trabalho conjunto das equipes do PELC com o Departamento de Recursos Minerais – DRM, no sentido de viabilizar o escoamento de produtos de pedreiras e areais.

7.3 - SINTONIA COM OS SETORES NAVAL, E ÓLEO E GÁS E SIDERÚRGICO FLUMINENSE

Apesar do seu pequeno território (0,5% da área do Brasil), o Estado do Rio de Janeiro é responsável por 11,2% do produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, em grande parte devido ao setor de óleo e gás. O Rio de Janeiro, sozinho é responsável por aproximadamente 72% da produção bruta de óleo e 36% de gás no país. Toda a produção do Estado provém do mar. Em 31/12/2012 as reservas totais brasileiras de petróleo somavam 28,5 bilhões de barris, considerados os depósitos em terra e mar. A produção de petróleo e gás arrecada em receitas patrimoniais 18%, e funciona como indutor de emprego e renda em áreas afins, como construção e reparos navais e serviços de apoio às atividades em alto mar (offshore).

O Estado do Rio de Janeiro é o berço da indústria naval brasileira. Sua liderança no setor é incontestável, por sua tradição, disponibilidade de mão de obra e empresas especializadas. Mas na virada do século XX para o século XXI, havia um único estaleiro em funcionamento regular no Estado. Em termos de empregos, o Estado do Rio de Janeiro concentrava, segundo o Sinaval, mais de 30 mil empregados em estaleiros, quase 40% do total nacional (2013). O Polo Naval do Rio de Janeiro tem como base tecnológica o curso de engenharia naval da UFRJ, os laboratórios de pesquisa da Coppe/UFRJ e o Parque Tecnológico do Rio, criado pela mesma UFRJ, e localizado na Ilha da Cidade Universitária.



Figura 45: Principais estaleiros navais do Brasil
(Imagem elaborada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ a partir de pesquisas sobre o setor)

O Brasil produz 30% do minério de ferro comercializado no mundo, mas só produz 2% do aço. Em tese, isso tornaria enormes as possibilidades de expansão na indústria siderúrgica no país. O Estado do Rio de Janeiro é o segundo maior produtor brasileiro de aço bruto, praticamente empatado com Minas Gerais, respondendo por cerca de 30% da produção nacional em 2013. No caso de laminados e semiacabados, é o maior produtor nacional. A siderurgia é importante para o Estado, ainda, na medida em que fornece insumos para as indústrias automobilísticas, naval e metal-mecânica, o que gradualmente indicaria novos nichos especializados.

Aproveitando seu litoral extremamente recortado, o Estado do Rio de Janeiro é dotado de um conjunto de portos e terminais marítimos dos mais amplos e diversificados do país. Em função de sua localização geográfica dentro de uma mesma área de influência direta e, por vezes, do compartilhamento do canal de acesso aos portos e terminais, estes foram divididos em quatro complexos portuários:

1. Complexo portuário da Baía de Ilha Grande, formado pelo Porto de Angra dos Reis, TEBIG e demais terminais de uso privado – os TUPs;
2. Complexo portuário da Baía de Sepetiba, formado pelo Porto de Itaguaí e TUPs, como TKCSA – Terminal da ThyssenKrupp CSA e TIG – Terminal de Ilha Guaíba, além do Porto Sudeste;
3. Complexo portuário da Baía de Guanabara, formado pelos Portos do Rio de Janeiro, Niterói e TUPs, como Torguá;
4. Complexo portuário do Litoral Norte Fluminense, formado atualmente pelos Portos do Forno (Arraial do Cabo) e de Imbetiba (Macaé). Na mesma região, já está operação o Porto do Açu, em São João da Barra, e existem ainda o Complexo Industrial Logístico da Barra do Furado, entre os municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã, que está em construção, além de outros portos em estudo, como o de Ponta Negra, o TEPOR (em Macaé) e o de Canaã.

PRODUTOS EXPORTADOS A PARTIR DO RIO DE JANEIRO

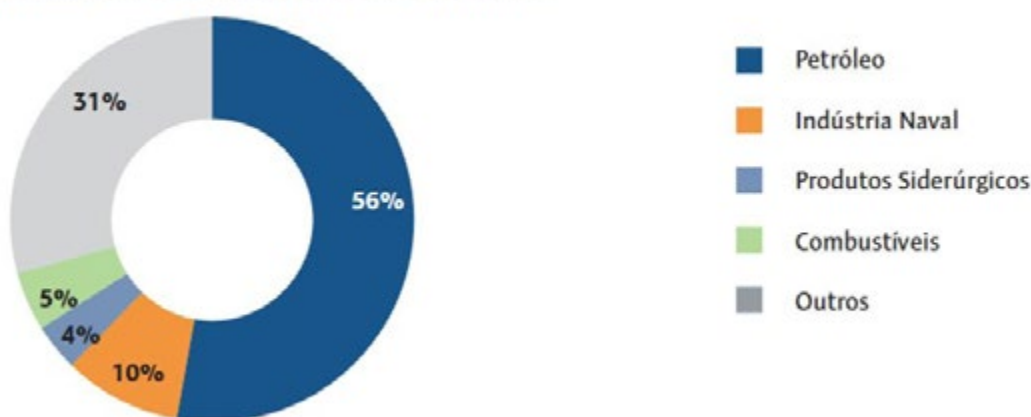


Figura 46: Produtos Exportados a partir do Rio de Janeiro
(Fonte: PELC/RJ 2045 – Sumário Executivo, Secretaria de Transportes do Estado do RJ, 2016)

O Porto do Rio de Janeiro é o quarto maior do país em movimento de cargas internacionais e apresenta a movimentação de cargas de maior valor agregado entre os 10 principais portos brasileiros. É o principal local de arrecadação de ICMS do Estado, na ordem de R\$ 2,3 bilhões estimados para 2014 e R\$ 1,9 bilhão em 2015, somente com a nacionalização das cargas importadas, gerando 10 mil empregos diretos e 25 mil indiretos.

7.4 - SINTONIA COM EMPRESAS-ÂNCORAS NOS POLOS DA BAÍAS DA ILHA GRANDE E BAÍA DE SEPETIBA

O município de Itaguaí tem aproximadamente 109 mil habitantes (Censo IBGE/2010) e está localizado a apenas 69 km da capital do Estado do Rio de Janeiro. Desde a inauguração do então Porto de Sepetiba (atualmente Porto de Itaguaí), em 1982, a cidade de Itaguaí adquiriu um caráter estratégico, sobretudo para atividades voltadas diretamente para a exportação, o que atraiu grandes empresas para a região. Itaguaí reúne aspectos favoráveis para a produção industrial de alimentos, fabricação de produtos eletrônicos, cimento, peças de amianto, material elétrico leve, mobiliário, produtos químicos e serviços portuários. Um estudo do Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CEPERJ)

apontou Itaguaí como o terceiro município mais bem localizado do estado, justamente por ofertar uma série de vantagens locais às empresas ali instaladas.

A ascensão do Porto de Itaguaí e de empreendimentos na vizinhança, como o estaleiro civil e militar, tem feito o município crescer economicamente. O porto é próximo à Rio-Santos, é cortado pelo ramal ferroviário de Mangaratiba - cidade que também possui um porto e fica a aproximadamente 30 minutos de distância de carro - e tem acesso ao mar também pelo próprio Porto de Itaguaí.

Além de possuir localização estratégica, o porto disponibiliza uma grande quantidade de áreas próximas que são adequadas para o desenvolvimento de operações complementares – as chamadas retroáreas: cerca de 7,2 milhões de m² – sendo 400 mil m² de área alfandegada – e está localizado na região da Baía de Sepetiba, no litoral sul do Estado, além de outras áreas limítrofes. O porto oferece também facilidade de operação pela boa profundidade, que permite que ali sejam recebidos navios maiores. Sua estrutura conta com quatro terminais portuários especializados, com áreas arrendadas a diferentes empresas. Esses terminais movimentam minério de ferro, produtos siderúrgicos e cargas em contêineres procedentes dos mercados fluminense e mineiro. Hoje, o porto já funciona também como hubport para grandes navios de grãos e contêineres.



Figura 47: Polo Marítimo de Angra dos Reis e Polo do Mar da Baía de Sepetiba (Imagem elaborada por Bernardo Medina – Consultor do Sebrae/RJ a partir de esquema idealizado por Renato Regazzi, Gerente de Grandes Empreendimentos do SEBRAE/RJ)

A Região de Itaguaí e seu porto fazem parte do Polo do Mar que inclui também a Baía de Sepetiba, Baía de Ilha Grande e Angra dos Reis. De fato, nos últimos anos, em plena região da Costa Verde, vem se desenvolvendo um pólo marítimo Multissetorial no eixo entre as cidades de Angra dos Reis e Itaguaí, que reúne população superior a 300 mil habitantes e PIB anual da ordem de R\$ 10 bilhões. A região reúne aspectos favoráveis para o desenvolvimento de negócios em setores de construção naval e offshore, atividades portuárias e náuticas, pesca e gastronomia, defesa e segurança, entre outras atividades relacionadas ao encadeamento produtivo.

Será implementado pelo PELC/RJ 2045 o Arco Oeste (Itaguaí - Santa Cruz - Seropédica), considerado um catalisador de portos e indústrias. As âncoras logísticas serão o Arco Me-

tropolitano, os Eixos Rodoviários Metropolitanos e o Porto de Itaguaí. A plataforma trará cargas e serviços do complexo portuário de Itaguaí, com concentração de indústrias mineradoras e de alimentos. Fortalecerá a retroárea do Porto de Itaguaí e terá capacidade de realizar serviços de cabotagem, transbordos e recebimento de navios de grande porte.

Do ponto de vista logístico, a região dispõe de área que abrange o distrito industrial administrado pela CODIN, próxima ao Arco, à BR-101 e à BR-116, com acesso ferroviário (bitola larga) pela MRS e a seu terminal intermodal. Serão oferecidos potencialmente serviços de armazenagem, distribuição, transporte e logística, ligando-se aos portos de Itaguaí e terminais privados – TUP, além de dar suporte naval às atividades de óleo e gás realizadas em alto-mar.

O SEBRAE/RJ tem buscado contribuir para o desenvolvimento desse grande pólo marítimo, que contempla tantos subsetores e tantas nuances, através da articulação ou coparticipação em diversos projetos e eventos locais, entre os quais de destacam o Fórum de Fornecedores de Itaguaí, o Projeto ELO, o Workshop de Desenvolvimento Estratégico do Empreendimento Tecnológico da Costa Verde, Pesquisa de Mapeamento de Oportunidades do Setor Náutico, entre outros.

7.5 - CORRELAÇÃO COM O SETOR AUTOMOTIVO NA REGIÃO DO MÉDIO PARAÍBA

O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de veículos, contando com fábricas das maiores montadoras mundiais e um histórico recente de mercado em expansão. No Estado do Rio de Janeiro estão situadas fábricas da PSA Peugeot Citroën, em Porto Real, a Volkswagen Caminhões e Ônibus (MAN) e a Nissan, em Resende, e a Jaguar/Land Rover, que entrou em operação em 2016 em Itatiaia, além da fábrica de escavadeiras e empilhadeiras da Hyundai. Os três municípios formam o polo automotivo no Estado do Rio de Janeiro, com capacidade de produção atual de 300 mil automóveis e 100 mil caminhões e ônibus por ano.

A cadeia completa do setor automotivo vai além da montagem dos veículos em si. Abrange os segmentos de produção dos mais diversos componentes, tanto para abastecer a linha de montagem, quanto para a reposição de peças para manutenção, além de atingir indiretamente outros setores, como os de aço, equipamentos eletrônicos, plásticos, borrachas e demais. Quanto a sua dimensão, o setor automotivo representa cerca de 22% do PIB industrial brasileiro, segundo dados do Ministério da Economia.

É evidente o alto nível tecnológico que suas empresas apresentam, não somente relacionadas às linhas de produção, mas também em seus departamentos de pesquisa e desenvolvimento. Inclusive, tais departamentos, boa parte em conjunto com universidades federais, são responsáveis por muitas das pesquisas realizadas em território brasileiro. Por este motivo são inúmeros os benefícios e convergências entre o setor automobilístico e o setor nuclear. Por exemplo, é possível aproveitar as práticas recomendadas de um setor e criar uma vantagem em outro.

Os diversos projetos de desenvolvimento relevantes para carros e veículos comerciais resultam em recursos que os fabricantes automotivos já possuem em disciplinas como design, construção, interior/exterior, chassi, sistemas de transmissão, modelagem, testes, simulações, sistemas eletrônicos, sistemas integrados, acústica, experiência do usuário, desenvolvimento de componentes de software e sistemas hidráulicos. Estes avanços e competências podem de algum modo ser utilizados na produção de distribuidores e produtores de energia. Um outro exemplo é a experiência do setor automotivo com turbinas, caixas de câmbio e sistemas eletrônicos de controle para veículos, que ajudam na criação de soluções inovadoras para o setor energético.

A estrutura de governança associada ao setor automotivo baseia-se no papel central desempenhado por uma firma montadora que opera como vértice central da rede. É também comum a hierarquização de fornecedores de subsistemas e componentes em diferentes níveis - fornecedores de primeiro nível, fornecedores de segundo nível, etc. - em função de suas competências técnicas e do grau de interação dos mesmos com a firma montadora, que se assemelha a uma âncora gravitacional. Mais uma semelhança a ser explorada com o setor nuclear, que tem a Eletronuclear no centro do cluster e das demandas tecnológicas.

No âmbito industrial – o segmento automotivo fluminense é subdividido entre os fabricantes de autopeças de grande parte (nível 1), grupo composto em sua maioria por empresas de capital estrangeiro, e os fabricantes de menor parte (níveis 1 e 2) cuja maioria de seus integrantes são empresas de capital nacional fabricantes de fundidos, estampados, plásticos, artigos de borracha – dentre outros. Os chamados produtores de nível 1, possuem competitividade internacional e grande poder de barganha nas negociações comerciais – sentando-se à mesa, muitas vezes, em igual condição com as montadoras. São fornecedores com condições de adaptabilidade às necessidades da indústria nuclear nacional.

As montadoras do ramo automobilístico adotam normas de sistema da qualidade das principais fábricas mundiais, em especial alemãs, americanas, francesas e italianas. Estas montadoras criaram individualmente normas específicas para o sistema da qualidade, todas passíveis de serem auditadas. Toda a rede de fornecedores precisa se ajustar às exigências e especificações, de modo que as empresas do setor precisaram de acostumar-se, ao longo dos anos, a um nível mais elevado de qualidade de padronização em relação a média dos demais setores da indústria nacional.

O Porto do Rio de Janeiro é responsável pelo recebimento de boa parte dos produtos importados que possuem como destino as fábricas de veículos localizadas no Estado do Rio de Janeiro. A distribuição da produção é direcionada para as concessionárias, portanto há um grande fluxo de veículos de Resende para o Estado de São Paulo. Também existem várias montadoras situadas fora do Estado que distribuem veículos para o Estado do Rio de Janeiro. Uma melhora na infraestrutura dessa região da Dutra entre Itatiaia e Porto Real, também utilizada pelo setor nuclear, seria de impacto positivo para ambos os setores e para o Estado do Rio como um todo.

A médio prazo será fundamental uma nova ligação rodoviária Rio-São Paulo, a chamada “Dutra 2”, a exemplo do que já acontece em SP com o complexo Ayrton Senna/Carvalho Pinto. O Eixo Multimodal Rio-São Paulo conta com parte da malha ferroviária que foi concedida à MRS Logística. Porém, o transporte de carga com alto valor agregado, em contêineres, ainda é reduzido e necessita de investimentos para ampliar a oferta de serviços e sua participação neste mercado – notadamente com a implantação de uma rede de terminais intermodais nas duas regiões metropolitanas, bem como no Vale do Paraíba. A adequação das linhas (infra e superestrutura) será necessária para garantir operações de trens de contêineres double-stack (empilhados dois a dois).

7.6 - O PAPEL DO SISTEMA S E DO SEBRAE

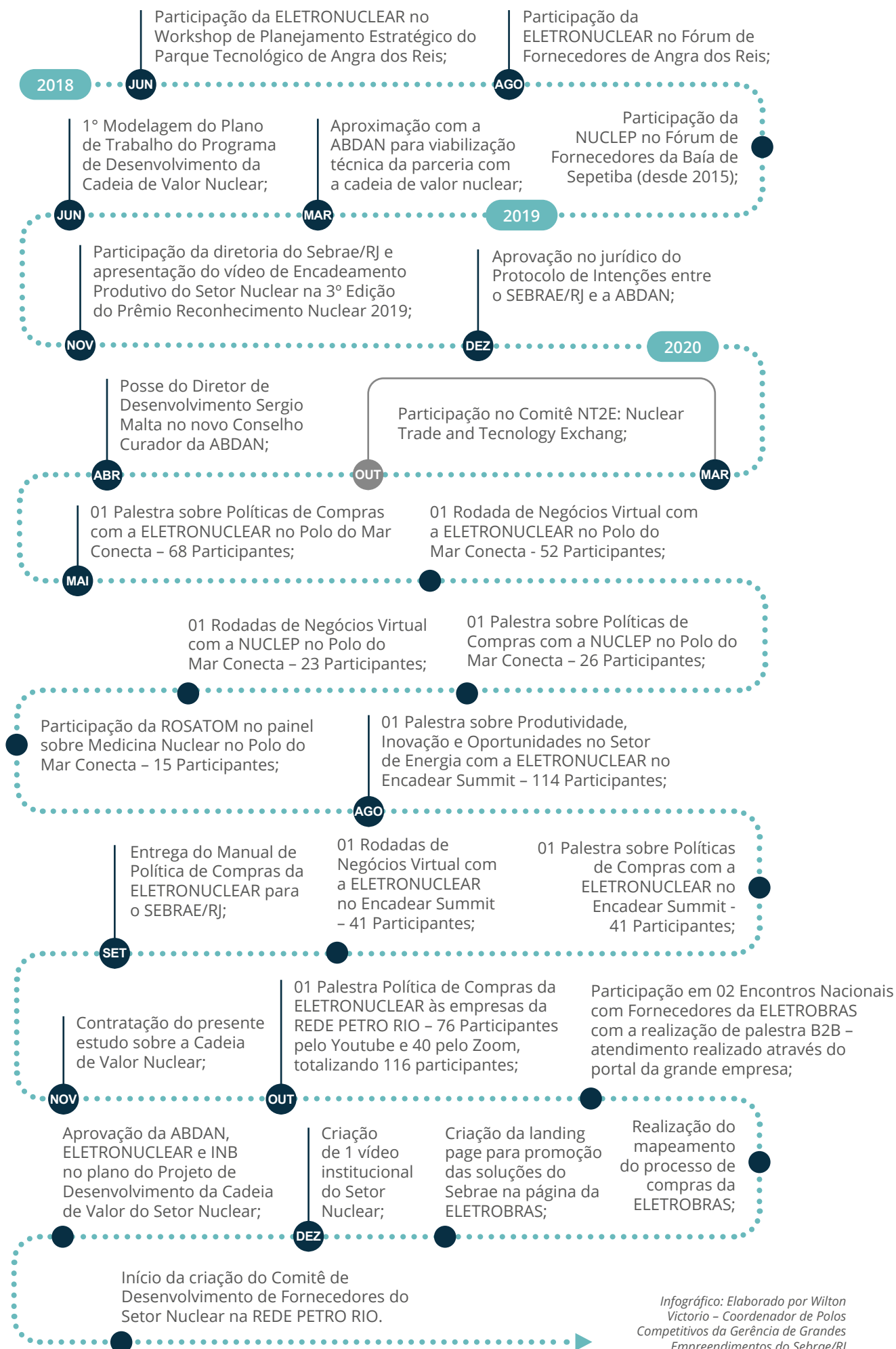
O “Sistema S”, composto por SESC, SENAC, SESI, SENAI, SEBRAE, SENAR, SEST, SENAT e SESCOOP tem papel relevante e tem atuado de forma efetiva na formação e qualificação profissional dos trabalhadores. Pesquisa divulgada recentemente pela Confederação Nacional da Indústria atesta que quanto mais o brasileiro conhece, mais aprova o “Sistema S”. Entre os entrevistados que afirmam conhecer bem as instituições, por exemplo, 94% consideram o SENAI ótimo ou bom, isso pra citar apenas um dos braços do sistema.

Para garantir o atendimento aos pequenos negócios, o SEBRAE atua em todo o território nacional. Fundado em 1972, a instituição trabalha para estimular o empreendedorismo e possibilitar a competitividade e a sustentabilidade dos empreendimentos de micro e pequeno porte. No âmbito do encadeamento produtivo, o SEBRAE realiza o diagnóstico do que determinada grande empresa necessita em termos de fornecimento e serviços. Depois, identifica as companhias da região que estão capacitadas a fornecer bens e serviços.

Com base nisso, a instituição capacita essas pequenas empresas através do fornecimento de estudos, treinamentos e consultorias. Mesmo com o reaquecimento da economia, é fundamental que o novo governo promova ações para a elevação da escolaridade e a qualificação profissional da população, em especial a de baixa renda.

Nesse contexto, o Sistema S deve ter um papel relevante na estruturação da cadeia produtiva do setor nuclear. O setor terá cerca de 1,2 trilhão de dólares em investimentos durante a implantação de mais de 150 novos reatores no mundo até 2030, segundo previsão da APEX. Visando exercer sua missão, o SEBRAE está se articulando a entidades ligadas à indústria brasileira para ajudar as pequenas empresas do país a colher uma fatia desse imenso volume de oportunidades, de modo que possam fazer parte da cadeia produtiva do setor, fornecendo equipamentos e serviços que supram demandas existentes.

Entre outras medidas recentes, desde 2018 o SEBRAE atendeu 496 micro e pequenas empresas da cadeia nuclear através da parceria com âncoras do setor, cadastrando 52 destes como potenciais fornecedores na Rodada da Semana Polo do Mar Conecta no Setor de Suprimentos da Eletronuclear. O SEBRAE também firmou convênio com a Associação Brasileira para Desenvolvimento das Atividades Nucleares (ABDAN), que resultará em diversas outras iniciativas em prol do desenvolvimento da cadeia de valor do setor nuclear. Entre essas, desenvolvidas pela Gerência de Grandes Empreendimentos desde 2018, destacam-se:



Infográfico: Elaborado por Wilton Victorio – Coordenador de Polos Competitivos da Gerência de Grandes Empreendimentos do Sebrae/RJ

Em parceria com a empresa Itaguaí Construções Navais (ICN), o SEBRAE desenvolveu há alguns anos o Programa de Encadeamento Produtivo Elo, com o propósito de capacitar microempresas e empresas de pequeno porte de Itaguaí e região, de modo que possam aprimorar a qualidade de atendimento, ampliar seus negócios e melhorar o seu potencial competitivo, especialmente em negociações com a própria ICN. Durante 15 meses cada empresa recebeu um conjunto de oficinas e consultorias visando aumentar sua produtividade e competitividade, totalizando 52 horas de capacitação, 947 horas de consultorias e gerando aumento de 96% do fornecimento de dados e implementação da cultura de medição. O programa Elo está na sua segunda versão.

Analogamente, durante a produção deste estudo, encontra-se em fase de negociação um convênio similar envolvendo o SEBRAE e a Eletronuclear, a maior empresa e grande origem de demandas da cadeia de valor nuclear. Dentro dessa visão social, o SEBRAE pretende com a nova parceria aproximar empresas-âncora dos empreendedores que desejam atendê-las com seus produtos e serviços, identificando gargalos, lacunas e dificuldades técnicas a serem superadas.

Segundo o Diretor Superintendente do SEBRAE/RJ, Antônio Alvarenga, a cadeia produtiva do setor nuclear envolve segmentos desde a mineração até a geração de energia. Também o setor de Medicina Nuclear tem um componente grande de inovação e tecnologia, onde há espaço para micro e pequenas empresas que o Sebrae/RJ pode capacitar, gerando um mercado mais sofisticado. Em cada uma dessas áreas e nichos, existe uma oportunidade para micros e pequenas empresas, podendo o SEBRAE ser um importante catalisador desse desenvolvimento tecnológico, econômico e social.

8 – CONCLUSÃO

Existe ainda muito espaço e oportunidades latentes para micro e pequenas empresas brasileiras na cadeia de valor do setor nuclear, desde que se superem os desafios descritos neste trabalho. Como foi discutido ao longo deste estudo, certas partes e peças que hoje são importadas poderiam ser produzidas localmente, gerando vários milhões de reais em movimentação econômica, estimulando a geração de empregos e desenvolvendo tecnologia e mão de obra nacional. Ocorre que, para completar esse desafio, são necessárias ações conjuntas, algumas dependendo da iniciativa dos próprios empreendedores, outras partindo das instituições âncora do setor.

O fator crítico que atinge toda a cadeia é a falta de estabilidade de um Programa de longo prazo, necessário para fomentar o aumento da escala de projetos. Outro ponto importante é a otimização e atualização das demandas regulatórias para viabilizar crescimento do setor e o desenvolvimento um modelo de negócio para projetos nucleares, seja na área de mineração ou de novas centrais nucleares, para incrementar o trabalho entre o setor público e o privado. Além disso, pode-se observar que ainda há uma grande dependência de fornecedores estrangeiros em vários segmentos da cadeia produtiva, resultando em instabilidade de custos devido a variabilidade do câmbio, risco de fornecimento, logística e transporte complexos e aumento do ativo imobilizado em estoque para ficar à frente do leadtime.

Neste contexto, os seguintes pontos críticos foram observados neste estudo e devem ser aprofundados pelas instituições competentes, bem como monitoradas pelas empresas interessadas em fazer (ou continuar fazendo) parte da cadeia de valor do setor nuclear brasileiro:

- Indefinição na estratégia de desenvolvimento para a indústria nuclear baseada em um Programa Nuclear Brasileiro dificulta um fluxo financeiro e uma programação de longo prazo de encomendas, de modo a permitir, à indústria, investir na sua capacidade para atender a uma demanda prevista;
- Dificuldade de atração de investimentos e de financiamentos ao setor produtivo envolvido.
- Problemas relacionados à gestão da produção, compras e contratação do setor, especialmente uma melhor articulação em que o poder de compra do Estado seja direcionado no sentido de promover o desenvolvimento industrial;
- Fragilidade ou mesmo inexistência de uma rede articulada de fornecedores locais, com necessidade de certificação da indústria nacional para o fornecimento de insumos, produtos e serviços para o setor nuclear, particularmente a produção de forjados de grande porte e de aços e ligas metálicas de uso nuclear;
- Lacuna deixada na formação de recursos humanos para o setor. Angra 3, por exemplo, teve seus investimentos paralisados na década de 1980 e desde então, a pouca demanda por desempenho na área nuclear desestimulou empresas, instituições científicas e tecnológicas bem como profissionais a se capacitar para esse setor;
- Licenciamento ambiental e nuclear, com a participação do órgão licenciador já nas fases iniciais das ações no desenvolvimento de novos fornecedores na cadeia produtiva, quando se trata de produtos e serviços relacionados à segurança nuclear.

Ao mesmo tempo, em uma realidade internacional na qual a preocupação com o uso de energias limpas aumenta e há flagrante retomada dos temas nucleares, é imprescindível que o país ressignifique a discussão sobre tecnologia nuclear. Como vimos anteriormente, as principais finalidades do desenvolvimento nuclear no Brasil, hoje, dizem respeito à produção de energia elétrica, radiofármacos e combustível para submarinos de propulsão nuclear. Tendo em vista as necessidades de segurança energética, desenvolvi-

mento tecnológico e rentabilidade, temos um contexto é favorável para a retomada de investimentos e superação dos desafios acima detalhados. Para isso, algumas iniciativas estratégicas são recomendadas pela Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares, entre as quais destacamos:

- Desenvolver linhas de financiamento de novos projetos no setor, através de bancos de fomento, como FINEP e outros. Fomentar e atrair investimentos em vários segmentos é importante para promover economia de escala e assegurar estabilidade de planejamento e investimentos pelos fornecedores. Outra recomendação é incentivar transferência de tecnologia para nacionalizar e fomentar desenvolvimento tecnológico no Brasil. Além disso, investir na capacitação de profissionais para dar continuidade de conhecimento na área nuclear;
- Promover periodicamente feiras para exposição de fornecedores e rodadas de negócios específicas para cada empresa âncora do setor. Há poucos fornecedores em alguns dos segmentos, criando vulnerabilidade de fornecimento e aponta gargalos na cadeia que resultam em variabilidade de custos, qualidade e entrega. É preciso assegurar o fornecimento de produtos e serviços necessários, mantendo o equilíbrio econômico dos projetos;
- Implementar no Brasil iniciativa similar ao Nuclear Procurement Issues Corporation (NUPIC), da América do Norte, órgão mantido pelas operadoras, dedicado a qualificar fornecedores e estruturar uma rede de laboratórios de testes para a qualificação nacional de certos equipamentos e componentes, nos moldes do CEPEL, IPEN e CDTN;
- Reforçar a infraestrutura da cadeia produtiva nuclear brasileira em parceria com órgãos de fomento como Sebrae, CNI, Apex e outros, apoiando a criação de rede de fornecedores, um diretório nacional de empresas capacitadas (exemplo: Rede Petro Rio);



Figura 48: Representação esquemática de um polo, APL ou cluster
(Figura elaborada por Renato Regazzi – Gerente de Grandes Empreendimentos do Sebrae/RJ)

- Analisar a pertinência de incentivos fiscais diversos, a exemplo de outros setores como o de P&G e Naval. Estudar a criação de mecanismos de incentivo para a formação de recursos humanos e de grupos de P&D, a exemplo do que existe relacionado aos Fundos Setoriais. Analogamente, a ABDAN defende a verificação de analogias e possibilidades de aproveitamento com vistas à montagem de um programa semelhante ao PROMINP do setor de P&G, para o setor nuclear, o “PROMIN”;
- Desenvolver programa de capacitação de profissionais no âmbito de ensino superior e técnico, valorizando a transferência de conhecimento existente, via disponibilização de um banco de dados de profissionais sêniores com expertise no setor nuclear. Do mesmo modo, aproximar a indústria e os programas de graduação de engenharia nuclear (UFRJ, USP, ADBAN) fazendo parcerias com centros técnicos de excelência com o objetivo de reduzir gargalos na cadeia produtiva é de grande valia para o setor. Um parque tecnológico nuclear dotado de um centro de capacitação que se articule em rede com universidades e institutos de pesquisa nacionais e internacionais pode estimular inovação e desenvolvimento tecnológico como instrumento fomentador.

É aconselhável, para o aproveitamento deste cenário, um planejamento único das funções de pesquisa, desenvolvimento e fiscalização, além de um programa de recursos humanos que contemple a formação de pessoal qualificado, conforme explicado. Nesse sentido, recomenda-se elaborar um roadmap tecnológico com propostas de linhas de ação necessárias para mitigar as necessidades de desenvolvimento tecnológicos no país relacionadas ao setor.

Como desdobramento, torna-se possível estruturar um programa de rotas tecnológicas que fomentem a formação de clusters no Brasil, promovendo incentivos para atrair inovação e investimentos em P&D e parcerias focadas em cooperação tecnológica entre diferentes setores como o automobilístico do Médio Paraíba, o Pólo do mar das Baías de Sepetiba e de Angra, o setor de Óleo & gás na Costa Leste e outros que possam compartilhar lições aprendidas e visão de futuro.

9 – FONTES E REFERÊNCIAS

1. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro – Relatório Parcial. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.
2. IAEA Nuclear Energy Series. Procurement Engineering and Supply Chain Guidelines in Support of Operation and Maintenance of Nuclear Facilities. IAEA, 2016.
3. Nuclear Energy Institute. Economic Impact of Florida Power & Light Company's Nuclear Power Plants. NEI, 2015.
4. Nuclear Energy Agency. Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector. OECD, 2018.
5. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletricas e outras instalações. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília, 2000.
6. International Atomic Energy Agency. Procurement engineering and supply chain guidelines in support of operation and maintenance of nuclear facilities. Vienna, 2016
7. Retomada programa nuclear – disponível em http://www.mme.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/pdAS9lCdBICN/content/ministro-anuncia-forte-retomada-do-programa-nuclear-brasileiro-com-investimentos-da-ordem-de-r-15-5-bilhoes, acessado em 21/12/20
8. Alvim, C. e Mafra, O. CONDIÇÕES DE CONTORNO PARA PARCERIAS NO SETOR NUCLEAR BRASILEIRO. Revista Economia e Energia, 2018.
9. Cunha, C. Por que nuclear? Palestra apresentada durante o Simpósio ANLAS. Rio de Janeiro, 2020.
10. Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear – SBMN – disponível em <https://sbmn.org.br/>, acessado em 25/06/21.
11. UDDO Diagnósticos Médicos, disponível em <https://uddo.com.br/>, acessado em 25/06/21.
12. Clínica de Medicina Nuclear Villela Pedras, disponível em <https://www.villelapedras.com.br/>, acessado em 25/06/21.
13. Silva, A.C et al, Distribuição do Serviço de Medicina Nuclear no Brasil, FAMESP. São Paulo, 2010.
14. Diagnóstico por Imagem e Medicina Nuclear – IMEB, disponível em <https://imeb.com.br/medicina-nuclear-o-que-e-exames/>, acessado em 24/06/21.
15. Celso Cunha, Presidente da ABDAN
16. Alexandre Freitas, Professor da UFFRJ
17. Beatriz Leme, CEO da UDDO
18. Rodrigo Magina, Consultor de Equipamentos da SIEMENS
19. Nuclebrás Equipamentos Pesados S/A – NUCLEP – acesso a informação – disponível em <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/receitas-e-despesas/processo-de-contas-anuais-e-trimestrais>, acessado em 21/06/21.
20. Indústrias Nucleares do Brasil – INB – Políticas Estratégicas – disponível em <https://www.inb.gov.br/Relacoes-com-Acionistas/Governanca-Corporativa/Políticas-Estrategicas>, acessado em 28/06/21.
21. Indústrias Nucleares do Brasil – INB – Demonstrações Financeiras – disponível em <https://www.inb.gov.br/Relacoes-com-Acionistas/Informacoes-aos-Acionistas/Publicacoes/Balancos>, acessado em 28/06/21.
22. Karla Le Petitgalland, Novos Empreendimentos da Eletronuclear
23. Wilson Victorio, Gerência de Grandes Empreendimentos do SEBRAE/RJ
24. Renato Regazzi, Gerência de Grandes Empreendimentos do SEBRAE/RJ
25. Bernardo Medina, Consultor Conteudista, neste relatório



CENTRAL DE RELACIONAMENTO:

0800 570 0800