



EDITAL CRCN-NE/CNEN Nº 02/2024 SELEÇÃO DE CANDIDATO À BOLSA DE ESTUDOS AVANÇADOS (BEA)

Processo nº 01351.000024/2024-27

O Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE) torna público o Edital CNEN Nº 02/2024 do seu Programa de Concessão de Bolsas de Estudos para a realização de processo seletivo de candidato à Bolsa de Estudos Avançados (BEA), nos termos aqui estabelecidos.

1. OBJETO

a) Este Edital tem por finalidade a seleção de 1 (um) candidato para a execução de projeto no âmbito do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), do Programa de Concessão de Bolsas de Estudos, na modalidade Bolsa de Estudos Avançados (BEA).

b) O projeto abaixo relacionado será apoiado pelo presente Edital.

TÍTULO DO PROJETO	UNIDADE
Avaliação técnico econômica da viabilidade da produção de hidrogênio e dessalinização de água empregando um reator nuclear modular pequeno (SMR)	CRCN-NE Local: Recife

c) Do detalhamento do projeto

1.c.1. O perfil do respectivo bolsista a ser selecionado pode ser consultado no item 5.1.

1.c.2. O detalhamento do projeto pode ser consultado no Anexo I.

2. CRONOGRAMA

FASES (Rever)	DATA
Inscrições	De 15/03/2024 a 24/03/2024
Prazo para impugnação do Edital	05 (dez) dias corridos após a divulgação do Edital no site do CRCN-NE
Divulgação do resultado preliminar	A ser informada pelo CRCN-NE
Interposição de recurso administrativo do resultado	2 (dois) dias corridos após a divulgação do resultado preliminar
Prazo para envio da documentação do candidato selecionado	3 (tres) dias corridos após a divulgação do resultado preliminar
Divulgação do resultado final	A ser informada pelo CRCN-NE
Homologação do resultado do Edital pela Comissão Deliberativa da CNEN	Até 30/03/2024, ou em data subsequente a ser informada pelo CRCN-NE
Implementação da Bolsa BEA	a partir de 01/04/2024
Término da vigência do Edital	01/06/2024

3. NORMAS PARA CONCESSÃO

3.1 As regras para concessão de bolsas são regulamentadas pela Instrução Normativa nº 6, de 03 de abril de 2023, que estabelece as normas e diretrizes gerais para a concessão, implementação e acompanhamento de Bolsas de estudo e pesquisa da CNEN e dá outras providências, publicada no D.O.U. de 05 de abril de 2023, ou outra que vier a substituí-la.

- 3.2 A implementação da bolsa BEA deverá ser realizada dentro dos prazos e critérios estipulados para a modalidade, conforme estabelecido na Instrução Normativa nº 6/2023, adicionado dos pré-requisitos relacionados à área de atuação da referida bolsa, conforme subitem 5.1.1, alíneas (c), (d), (e) e (f).
- 3.3 A duração da bolsa não poderá ultrapassar o prazo de execução do projeto.

4. RECURSOS FINANCEIROS

- 4.1 A bolsa BEA será operacionalizada pelo Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), por intermédio da Ação Orçamentária PPA 20UX - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicações das Radiações Ionizantes, cujos recursos são consignados anualmente no orçamento do CRCN-NE, por intermédio das respectivas leis orçamentárias de cada exercício fiscal. O valor mensal da bolsa BEA é de R\$ 7.500,00 (sete mil e quinhentos reais).

5. CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Os critérios de elegibilidade indicados abaixo são obrigatórios e sua ausência resultará no indeferimento da inscrição.

- 5.1 Quanto ao Candidato: o candidato à bolsa BEA, deve atender, obrigatoriamente, a todos os itens abaixo:
- Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
 - Ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes;
 - Possuir doutorado, com no mínimo 6 (seis) anos de experiência após a obtenção do título; ou grau de Mestre, com no mínimo 11 (onze) anos de experiência subsequente; ou 14 (quatorze) anos de experiência na coordenação de projetos de pesquisa e desenvolvimento, de inovação tecnológica, ou de pesquisa em gestão de C&T;
 - Ter nível superior e título de doutor em Engenharia de Nuclear ou área afim;
 - Possuir experiência prévia em: (i) reatores nucleares avançados incluindo reatores nucleares modulares de pequeno porte (SMR); (ii) produção de hidrogênio utilizando reatores SMR; (iii) dessalinização da água utilizando reatores SMR; (iv) formação de recursos humanos de pós-graduação na área de reatores nucleares; (v) produção técnico-científica em periódicos especializados na área de reatores nucleares (vi) Gestão técnico-administrativa de projetos científicos.
 - Apresentar proposta de análise do projeto a ser executado, constante no Anexo I, como contribuição do candidato: resumo da situação; problema central apresentado; causas e efeitos do problema; principais partes interessadas e seus interesses; matriz apresentando o objetivo geral, objetivos específicos, produtos/resultados, atividades de execução e indicadores. A referida proposta deverá conter até 2 (duas) laudas, fonte Arial, tamanho 12;
 - Não possuir vínculo empregatício ou funcional com a CNEN.
- 5.2 Quanto à Instituição de Execução do Projeto: o projeto da bolsa BEA será executado na Divisão de Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação e Ensino (PDIE) do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN):
- Av. Prof. Luiz Freire, 200
Cidade Universitária — Recife/PE - Brasil
CEP: 50740-437

6. INSCRIÇÃO NO PROCESSO SELETIVO

- 6.1 As inscrições deverão ser encaminhadas à Coordenação de Ensino do CRCN-NE/CNEN exclusivamente por correio eletrônico: ensino.crcnne@cnen.gov.br, contendo no ASSUNTO a expressão: "Edital BEA CRCN-NE02/2024 — Inscrição".
- 6.2 Para participação no processo seletivo o candidato deverá apresentar os seguintes documentos (em formato PDF):
- Formulário de Aplicação — Anexo II;
 - Currículo Lattes atualizado;
 - Proposta de contribuição do candidato ao projeto de pesquisa a ser executado, constante no Anexo I, conforme alínea (f) do subitem 5.1.
- 6.3 O horário limite para submissão das inscrições à Coordenação de Ensino CRCN-NE será até às 23h59 (vinte e três horas e cinquenta e nove minutos), horário de Brasília, da data descrita no CRONOGRAMA (item 2 acima), não sendo aceitas inscrições submetidas após este horário.
- 6.3.1 Recomenda-se o envio da inscrição com antecedência, uma vez que o Centro regional de Ciências Nucleares do Nordeste não se responsabilizará por aquelas não recebidas em decorrência de eventuais problemas técnicos e de congestionamentos.
- 6.3.2 Caso a inscrição seja enviada fora do prazo de submissão, ela não será aceita, razão pela qual não haverá possibilidade de ser analisada e julgada.

- 6.3.3. As inscrições serão homologadas pela Coordenação de ensino e confirmadas a cada candidato pelo correio eletrônico: ensino.crcnne@cnen.gov.br, incluindo a confirmação de recebimento da documentação conforme subitens do item 6.2.
- 6.4. Esclarecimentos e informações adicionais acerca deste Edital podem ser obtidos por meio do correio eletrônico: ensino.crcnne@cnen.gov.br
- 6.4.1. É de responsabilidade do candidato entrar em contato com a Coordenação de ensino do CRCN-NE em tempo hábil para obter informações ou esclarecimentos.
- 6.5. O preenchimento incorreto ou ausência de algum documento estabelecido pelo item 6.2 implicará na desclassificação do candidato.

7. JULGAMENTO

7.1. Comissão de Avaliação

- 7.1.1. A Comissão de Avaliação será nomeada pela Diretoria do CRCN-NE

7.2. Critérios do Julgamento

- 7.2.1. Os critérios para classificação dos candidatos quanto ao mérito técnico-científico são:

Critérios de análise e julgamento		Peso	Nota
A	Experiência do candidato após obtenção do título de Doutor	1,00	0,00 a 10,
B	Experiência prévia em pesquisas nas áreas de: (a) reatores nucleares avançados incluindo reatores nucleares modulares de pequeno porte (SMR); (b) produção de hidrogênio utilizando reatores SMR e (c) dessalinização da água utilizando reatores SMR	2,00	0,00 a 10,
C	Experiência prévia na formação de recursos humanos de pós-graduação na área de reatores nucleares (aulas e orientação)	2,00	0,00 a 10,
D	Produção técnico-científica em periódicos especializados na área de reatores nucleares	2,00	0,00 a 10
E	Análise do projeto a ser executado.	2,00	0,00 a 10
F	Experiência prévia na área de gestão técnico-científica de projetos científicos	1,00	0,00 a 10

- 7.2.1.1. As informações relativas aos critérios de julgamento descritas no item 7.2.1 deverão constar no CV Lattes do candidato.

- 7.2.2. Para estipulação das notas poderão ser utilizadas até duas casas decimais.

- 7.2.3. A pontuação final de cada candidato será aferida pela média ponderada das notas atribuídas para cada item.

- 7.2.4. Em caso de empate, a Comissão de Avaliação deverá analisar a documentação dos candidatos empatados e definir a sua ordem de classificação, apresentando de forma motivada as razões e fundamentos.

- 7.2.4.1. Para o desempate será considerado o candidato com a maior nota no critério E, seguida das maiores notas nos critérios A, B, C, D e F, respectivamente.

7.3. Etapas de seleção

7.3.1. Etapa I — Pré-enquadramento

- 7.3.1.1. Esta etapa, a ser realizada pela Coordenação de ensino, consiste na análise da documentação apresentada pelos candidatos quanto ao atendimento às disposições estabelecidas no item 6.2 deste Edital.

7.3.2. Etapa II — Classificação pela Comissão de Avaliação

- 7.3.2.1. A pontuação final de cada candidato será aferida pela Comissão de Avaliação nomeada conforme os critérios estabelecidos no item 7.2. Após a análise de mérito e relevância de cada candidato, a Comissão de Avaliação deverá recomendar:

- a) aprovação; ou
b) não aprovação.

8. RESULTADO PRELIMINAR
- 8.1. A relação de todos os candidatos julgados, aprovados e não aprovados, será divulgada na página eletrônica do CRCN/CNEN, disponível na internet, no sítio: <https://www.gov.br/crcne/pt-br>
9. RECURSOS ADMINISTRATIVOS
- 9.1. Caso o candidato tenha justificativa para contestar o resultado preliminar, poderá apresentar recurso em forma eletrônica, no prazo de 3 (três) dias, a contar da data da sua publicação no endereço eletrônico ensino.crcne@cnen.gov.br.
- 9.2. O recurso deverá ser dirigido à Comissão de Avaliação para o correio eletrônico: ensino.crcne@cnen.gov.br, que, após exame, encaminhará decisão devidamente motivada ao recorrente. Ao acatar recursos, a Comissão de Avaliação alterará, se for o caso, a classificação das propostas.
- 9.3. Na contagem do prazo excluir-se-á o dia de início e incluir-se-á o do vencimento, e considerar-se-ão os dias consecutivos.
10. RESULTADO FINAL
- 10.1. A Comissão de Avaliação emitirá a decisão, após análise de eventuais recursos administrativos.
- 10.2. O resultado final será divulgado na página eletrônica do CRCN/CNEN, disponível na internet, no sítio: <https://www.gov.br/crcne/pt-br>
11. IMPLEMENTAÇÃO DA BOLSA APROVADA
- 11.1. Caberá a Diretoria do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste encaminhar a documentação referente ao candidato selecionado para a aprovação da Comissão Deliberativa da CNEN, conforme previsto pela Instrução Normativa n^o 6/2023.
- 11.2. Em hipótese alguma haverá pagamento de bolsa com retroação a momento anterior ao estabelecimento do vínculo jurídico entre o bolsista selecionado e a CNEN.
12. IMPUGNAÇÃO DO EDITAL
- 12.1. Decairá do direito de impugnar os termos deste Edital o candidato que não o fizer até o prazo disposto no cronograma.
- 12.1.1. Caso não seja impugnado dentro do prazo, o candidato não poderá mais contrariar as cláusulas deste Edital, concordando com todos os seus termos.
- 12.2. A impugnação deverá ser dirigida a Coordenação de ensino do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste, por correspondência eletrônica, através do correio eletrônico: ensino.crcne@cnen.gov.br, seguindo as normas do processo administrativo federal.
- 12.3. Não terá efeito de recurso a impugnação feita por aquele que, tendo aceitado sem objeção, venha apontar, posteriormente ao julgamento, eventuais falhas ou imperfeições deste Edital
13. DISPOSIÇÕES GERAIS
- 13.1. Este Edital regula-se pelos preceitos de direito público inseridos no caput do artigo 37 da Constituição Federal, pelas disposições da Lei n^o 8.666/93, no que couber, e, em especial, pela Instrução Normativa n^o 6, de abril de 2023, que estabelece as normas e diretrizes gerais para a concessão, implementação e acompanhamento de Bolsas de estudo e pesquisa da CNEN.
- 13.2. O presente Edital poderá ser revogado ou anulado a qualquer tempo, por razões de conveniência e oportunidade ou por eventual ilegalidade, por ato unilateral do CRCN-NE ou, na segunda hipótese, por determinação judicial ou de órgão de controle externo da União, sem gerar direito à indenização a eventual prejudicado.
- 13.2.1. Os direitos ao recurso administrativo e à impugnação do edital não geram efeito suspensivo, no entanto, a autoridade competente, a seu critério, pode conferir efeito suspensivo em hipóteses de plausibilidade do direito alegado pelo recorrente ou impugnante ou de eventual prejuízo ao interesse público.
- 13.3. É vedado a qualquer membro da comissão de avaliação julgar propostas de trabalho em que haja interesse direto ou indireto seu ou em que esteja participando da equipe do projeto seu cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau ou, ainda, que esteja litigando judicial ou administrativamente com qualquer membro da equipe do projeto ou seus respectivos cônjuges ou companheiros.

- 13.4. Após a implementação da bolsa por meio deste edital, qualquer alteração na proposta de trabalho estará sujeita à reavaliação pela Comissão de Avaliação, reservando-se ao CRCN-NE o direito de cancelar a concessão da bolsa.
- 13.4.1. Em hipótese alguma será permitida a alteração total ou parcial do objeto previsto neste edital.
- 13.5. A solicitação de inscrição implica na aceitação plena e irrestrita dos termos deste Edital e da Instrução Normativa n.6, de 03 abril de 2023.
- 13.6. Este Edital será publicado de forma resumida no D.O.U. e divulgado de forma completa na página eletrônica do CRCN/CNEN, disponível na internet, no sítio: <https://www.gov.br/crcnne/pt-br>. Além disso, o CRCN-NE poderá utilizar outros meios que considerar pertinentes para divulgar o Edital junto às comunidades acadêmicas.
- 13.7. Este Edital tem vigência até 01/07/2024.

Carlos Alberto Brayner de Oliveira Lira
Diretor do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste

ANEXO I

PROJETO DE BOLSA DE ESTUDOS AVANÇADOS (BEA)

Título do Projeto:	Avaliação técnico econômica da viabilidade da produção de hidrogênio empregando um reator nuclear modular pequeno (SMR).
Duração:	24 meses
Supervisor:	Prof. Dr. Carlos Alberto Brayner de Oliveira Lira

1. Introdução

Reatores modulares pequenos.

De acordo com a classificação adotada pela IAEA, os reatores modulares pequenos (SMR, do inglês Small Modular Reactors) são reatores com uma potência elétrica equivalente de até 300 MWe e os reatores de médio porte são aqueles com energia elétrica equivalente entre 300 e 700 MWe (**LOCATELLI; BINGHAM; MANCINI, 2014**). Todos os reatores modulares pequenos com potência de saída por módulo inferior a 300MWe estão classificados como SMR. O projeto avançado dos SMR oferece várias vantagens em relação aos projetos tradicionais de grandes usinas nucleares e pode-se tornar uma tecnologia atrativa, uma vez que os projetos se tornem tecnicamente comprovados. Os projetos avançados dos SMR podem servir para outros propósitos, além da geração de eletricidade, incluindo aplicações de calor de processo industrial, como dessalinização de água, produção de combustíveis e produtos petroquímicos e produção de hidrogênio. Espera-se que os SMR avançados para geração de energia tenham maior simplicidade no projeto, economia de produção em massa e menor impacto. Os projetos destes reatores também oferecem vantagens em temas de segurança e resistência à proliferação (**ROWINSKI; WHITE; ZHAO, 2015**).

Uma grande vantagem dos SMR avançados é que eles adotam a modularização, pelo qual as estruturas, sistemas e componentes são fabricados, então enviados e montados no local, portanto, o tempo de construção para os SMR pode ser substancialmente reduzido. Embora a tecnologia de construção de modularização não seja nova e já tenha sido aplicada para as construções de reatores grandes convencionais, o método de construção no local é aplicado para a construção de grandes reatores devido às suas estruturas maciças. As modulações também oferecem a vantagem de menor investimento inicial de capital, escalabilidade e flexibilidade de localização em locais incapazes de acomodar grandes reatores nucleares tradicionais (**HIDAYATULLAH; SUSYADI; SUBKI, 2015**). O interesse em SMR continua a crescer como uma opção para a futura geração de energia e segurança energética. Além das diferenças nos projetos todos os SMR terão as seguintes características:

- Características inerentes e passivas de segurança para garantir a segurança durante a operação e condições de acidentes;
- Resistência à proliferação;
- Competitividade econômica com outras tecnologias de geração de energia;
- Probabilidade de acidente grave abaixo de $10e-5$;
- Facilidade de operação e manutenção;
- Transportabilidade da fábrica para a localização.

Produção de hidrogênio.

A comunidade científica concorda que as principais alternativas de cogeração dos projetos dos SMR são (**LOCATELLI; BINGHAM; MANCINI, 2014**):

- produção de hidrogênio (para a implementação da economia do hidrogênio e empregá-lo como vetor energético)
- dessalinização da água (devido ao crescente aumento na população mundial e a diminuição de fontes de água em muitas partes do mundo),
- calor para aplicações industriais e aquecimento doméstico.

A maioria dos projetos dos SMR avançados tem sido avaliados para determinar a viabilidade destes para a produção de hidrogênio. Na Tabela 1 estão resumidos os reatores mais estudados e os métodos de produção de hidrogênio recomendados para cada um destes (**YAN; HINO, 2011**).

Tabela 1. Tecnologias de reatores nucleares estudadas para a produção de hidrogênio com o método mais adequado.

Tipo de Reator	Refrigerante	Temp. máxima do refrigerante	Potência (MWt)	Método de produção de hidrogênio
LWR	Água leve	280-325	200-4000	Eletrólise da água
HWR	Água pesada	310-319	200-3200	Eletrólise da água
SCWR	Água leve	430-625	160-2540	Eletrólise da água, termoquímica
LMCR	Sódio, chumbo	500-800	45-3000	Eletrólise da água, termoquímica
GFR	Hélio	850	600-2400	Eletrólise de alta temperatura, termoquímica

Fonte: (YAN; HINO, 2011)

Porém, alguns das aplicações dos SMR estão ainda numa etapa inicial. As aplicações dos SMR como a produção de hidrogênio não têm o mesmo nível de desenvolvimento que a geração de energia elétrica. Estas opções de cogeração precisam ser estudadas com um elevado nível de detalhe para determinar a viabilidade da implementação destas ligadas ao SMR.

2. Relevância

O estudo da integração destes processos de produção de hidrogênio com projetos de reatores modulares pequenos é uma temática de atualidade na comunidade científica internacional. Devido as dificuldades de realizar estudos experimentais em processos complexos e com matérias com requerimentos especiais como são os processos de eletrólise, as ferramentas de simulação são as mais empregadas para o estudo deste tipo de processo.

3. Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é o desenvolvimento de uma metodologia para estudar a viabilidade da produção de hidrogênio empregando um reator nuclear modular pequeno (SMR) como fonte de energia usando técnicas avançadas de simulação computacional. Estas técnicas de modelagem incluem códigos de fluido dinâmica computacional e simuladores de processos químicos; desta forma contribuir na resolução dos problemas associados para as fontes de energia no futuro, e fomentar o desenvolvimento de tecnologia de ponta em Brasil, com ênfase na formação de recursos humanos.

4. Atividades Previstas - Objetivos Específicos

- Obter um modelo computacional do processo de eletrólise para a produção de hidrogênio e dessalinização de água de mar empregando um SMR com fonte de energia.
- Estudar o comportamento do processo e fazer estudos de otimização dos principais parâmetros de operação do processo.
- Calcular a eficiência do processo baseado no modelo proposto e fazer estudos de sensibilidade da mesma com os parâmetros de operação mais importantes.
- Obter um modelo computacional para produzir hidrogênio mediante o processo de eletrolise convencional;
- Fazer estudos de otimização dos principais parâmetros de operação do processo e calcular a eficiência do processo baseado no modelo proposto.
- Estudar a dependência dos principais parâmetros de operação do processo na eficiência global de cada modelo.
- Fazer uma avaliação comparativa dos modelos propostos e uma estimativa dos custos do hidrogênio produzido.
- Elaboração do Relatório Final.

5. Resultados Esperados

Infraestrutura disponível

As principais necessidades de infraestrutura para a realização das tarefas de pesquisa propostas têm como base a capacidade de modelagem. Neste sentido o CRCN-NE supre todas elas uma vez que possui a licença dos códigos Ansys CFX e Ansys FLUENT que serão usados na proposta, bem como uma infraestrutura computacional adequada para as simulações que serão realizadas.

Benefícios para a instituição e programa de pós-graduação

A proposta de estudo, caso seja aprovada, irá proporcionar vários benefícios tanto para a instituição da pesquisa CRCN-NE, quanto para a unidade docente o Departamento de Energia Nuclear (DEN), voltados neste caso para ensino na pós-graduação no Programa de Pós- Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares (PROTEN).

Dentre os principais benefícios são destacados alguns que favorecem maior desempenho dos envolvidos com ensino, pesquisa e extensão e o maior reconhecimento da instituição, do departamento, do programa de pós-graduação, do programa nuclear no Brasil e suas aplicações, perante a comunidade científica e sociedade, alguns dos quais, são destacados a seguir.

- Aumento qualitativo e quantitativo da produção científica do programa de pós-graduação.
- Aumento no quadro de pesquisadores para melhor atendimento das demandas de ensino, pesquisa e extensão.
- Possibilidade de aprovar e/ou intensificar parcerias entre instituições, fazendo uso de laboratórios compartilhados e dinamizando o processo de formação, pesquisa e conhecimento em diversas áreas, entre elas a nuclear e suas aplicações pacíficas.
- Oferta de novas disciplinas e oportunidades para a pós-graduação, assim como, para a graduação.
- Maior visibilidade nacional e internacional.
- Integração entre pesquisadores de diferentes instituições, com absorção de novos colaboradores para o departamento, instituição e grupo de pesquisa.
- Participação do pesquisador bolsista nas orientações e avaliações dos projetos desenvolvidos na área de Dosimetria e Instrumentação Nuclear, o que deverá fortalecer sua experiência profissional e capacitação, dentro do convívio de informações teórico-científica multidisciplinar.

Além dos benefícios relatados acima devemos ressaltar a importância da proposta considerando a situação atual do programa nuclear do Brasil. Existe uma intenção declarada da possível instalação de uma usina nuclear na região do sertão nordestino. Sendo assim, a relevância da proposta torna-se ainda maior. Os estudos propostos neste projeto assim como os resultados obtidos podem ajudar na toma de decisão, análise e estimação parâmetros de interesse para uma futura usina nuclear em cogeração com hidrogênio e dessalinização de água de mar.

A formação e aperfeiçoamento de científicos expertos de altíssimo nível na temática do projeto será provavelmente o resultado mais importante para a instituição.

Resultados e impactos esperados

Esta linha de pesquisa visa a utilização de técnicas de modelagem computacional avançada na resolução dos principais desafios de projeto dos reatores nucleares inovadores relacionados com a produção de hidrogênio.

O impacto científico da presente proposta se sustenta em alguns dos desafios que enfrenta a energia nuclear nos próximos anos, eles são: a produção de hidrogênio a grande escala com fontes nucleares de energia, estudar a flexibilidade do emprego dos reatores nucleares modulares pequenos em temas de cogeração de energia elétrica e a competitividade das usinas nucleares futuras. Os sistemas nucleares avançados e os sistemas de produção de hidrogênio, objeto de estudo nesta proposta, atendem estes desafios, e compete aos cientistas transformá-los nos reatores nucleares do futuro.

Especificamente, os aportes científicos deste trabalho se resumem a seguir:

- O projeto conceitual e a avaliação termodinâmica mediante o uso de códigos CPS com, de um sistema de produção de hidrogênio por vias de eletrólise da água ligado a um reator modular pequeno. O modelo detalhado do eletrolisador empregando um código de CFD.

- As simulações e estudos previstos no projeto mostrarão as vantagens do sistema proposto para produção de hidrogênio em cogeração empregando um SMR como fonte de energia, permitindo a produção de hidrogênio sem emissões de CO₂ e com níveis de eficiência acorde as necessidades da energética mundial.
- O projeto demonstrará as capacidades dos sistemas estudados na produção de hidrogênio de forma segura e com altos níveis de eficiência, o que permite sua utilização na produção de hidrogênio mediante métodos avançados ou a produção eficiente de energia elétrica.

Destacamos que os elementos listados acima encontram-se na fronteira do conhecimento e do desenvolvimento científico-tecnológico, estes resultados são esperados pela comunidade acadêmica e empresarial ligada a indústria nuclear. Por esse motivo, os resultados serão publicados em revistas de alto fator de impacto das áreas de engenharia nuclear, energia, e produção de hidrogênio; e apresentados em reuniões científicas nacionais e internacionais.

Riscos e dificuldades

O histórico dos trabalhos já produzidos pelo grupo permite afirmar que não existem grandes riscos e dificuldades que possam comprometer o andamento da pesquisa. O único ponto em que o grupo ainda se empenha é em conseguir recursos financeiros para investir em um cluster computacional com a finalidade de reduzir o tempo total das simulações e aproveitar melhor o tempo para discussão mais aprofundada dos resultados e preparação ainda mais apurada dos artigos científicos a serem elaborados.

6. Cronograma

Tabela 1. Cronograma proposto para as atividades.

ATIVIDADES	Bimestre											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Apoio na orientação de alunos de pós-graduação e supervisão de alunos de pós-doutorado.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboração do modelo detalhado do eletrolisador em ANSYS FLUENT.	X	X	X									
Inclusão dos modelos físicos, parâmetros materiais e condições de contorno.			X	X								
Execução das simulações e comparação com resultados reportados.			X	X								
Elaboração do projeto conceitual do processo de eletrólise ligado ao SMR em ASPEN PLUS.					X	X	X					
Execução das simulações e comparação com resultados reportados.						X	X	X				
Otimização dos parâmetros de operação e cálculo da eficiência do processo.							X	X	X			

Estimação do custo do hidrogênio produzido pela eletrólise ligado ao SMR com fonte de energia.										X	X		
Divulgação dos resultados obtidos em congressos e por meio de publicação de artigos científicos em periódicos indexados.												X	X

Referências bibliográficas

- 1 HIDAYATULLAH, H.; SUSYADI, S.; SUBKI, M. H. Design and technology development for small modular reactors - Safety expectations, prospects and impediments of their deployment. **Progress in Nuclear Energy**, 2015. v. 79, p. 127–135. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pnucene.2014.11.010>>.
- 2 LOCATELLI, G.; BINGHAM, C.; MANCINI, M. Small modular reactors: A comprehensive overview of their economics and strategic aspects. **Progress in Nuclear Energy**, 2014. v. 73, p. 75–85. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pnucene.2014.01.010>>.
- 3 ROWINSKI, M. K.; WHITE, T. J.; ZHAO, J. Small and Medium sized Reactors (SMR): A review of technology. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2015. v. 44, p. 643–656. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.006>>.
- 4 YAN, X. L.; HINO, R. **Nuclear Hydrogen Production Handbook, Green Chemistry and Chemical Engineering**. Ohio University, Athens, Ohio, USA: CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2011.

ANEXO II
FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO

I - CANDIDATO			
NOME COMPLETO			
NATURALIDADE	NACIONALIDADE	IDENTIDADE	CPF
ENDEREÇO COMPLETO			
BAIRRO	CIDADE	CEP	UF
TELEFONE FIXO (Informar DDD)		TELEFONE CELULAR (Informar DDD)	
E-MAIL			
II - FORMAÇÃO PROFISSIONAL			
PRINCIPAL FORMAÇÃO PARA O PROJETO PRETENDIDO			
INSTITUIÇÃO DE ENSINO			
CIDADE		DATA DE FORMAÇÃO	
DESTAQUE A PRINCIPAL EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL			
Declaro que as informações por mim prestadas nesta ficha cadastral estão corretas e são verídicas.			
(Local e data)		/ 2024.	
		ASSINATURA DO CANDIDATO	