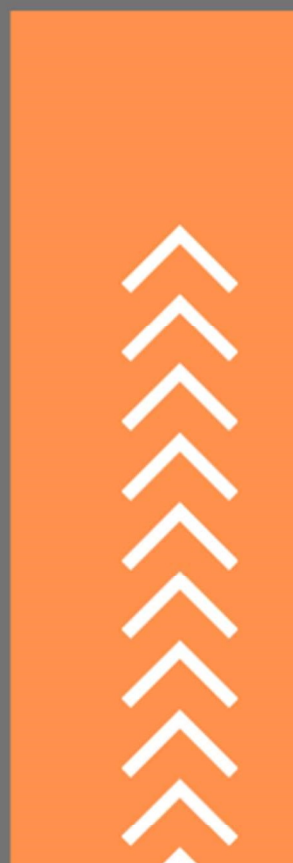


ISSN 2595-9611

VOLUME 2, NÚMERO 2 - ABRIL 2019

REVISTA MAIS EDUCAÇÃO



EDITORA
CENTRO EDUCACIONAL SEM FRONTEIRAS



**EDITORA
CENTRO EDUCACIONAL SEM FRONTEIRAS**

Revista Mais Educação - Editora Centro Educacional Sem Fronteiras, V. 2, N. 2 (Abril 2019) -,-,SP

Volume 2, número 2 (Abril 2019)

Mensal

ISSN: 2595-9611

1. Bioética. 2. Educação. 3. Gestão Escolar. 4. Inclusão. 5. Literatura. 6. Lúdico 7. Meio Ambiente. 8. Saúde Escolar. 9. Sustentabilidade. 10. Tecnologia.

www.revistamaiseducacao.com
E-mail: artigo@revistamaiseducacao.com

Rua Manoel Coelho, nº 600, 3º andar sala 302 – Centro São Caetano do Sul – SP CEP: 09510-111 Tel.: (11) 97140-1305

EDITORIAL

O filósofo e antropólogo francês Edgar Morin, que esteve recentemente no Brasil para o 1º Encontro Internacional Educação 360, iniciou sua palestra com a seguinte reflexão: “As escolas de hoje não ensinam sobre a diversidade do ser humano”. Segundo ele, ainda, “aprendemos na escola muitos conceitos, muitos conhecimentos, mas todos dispersos. Precisamos desenvolver um modelo educacional que ligue esses conhecimentos, que lhes coloque em perspectiva. As escolas acumularam saberes, mas não são capazes de organizá-los.”

Particularmente, meu anseio em preparar aulas capazes de abarcar um subjetivo interesse em comum e, ao mesmo tempo, causar uma inquietude diante de sua exteriorização - dessas que possibilitam os professores-alunos a transcenderem suas possíveis pequenezas rotineiras e lineares - que permeiam as relações entre os atores que oportunizam os processos de ensino-aprendizagem em contextos mais amplos e gerais no campo da educação. Talvez isso tenha muita influência dos professores que tive no ensino superior, na graduação. É interessante notar que minhas lembranças do ensino infantil, fundamental e médio podem ser resumidas em uma única professora que lecionava português e literatura durante o ensino médio, trazendo elementos do cotidiano para que houvesse a compreensão do texto e das maneiras possíveis para a promoção de traduções do mundo vivido para a essência do texto (por mais que transmitir por meio de palavras as sensações e sentimentos experimentados seja quase limitada). Estranho perceber que tais lembranças dos anos anteriores estiveram distantes da relação formal de ensino-aprendizagem e deram-se mais intensamente pela convivência com os outros estudantes, com as informalidades advindas dos acasos e fora da sala de aula.

As escolas, segundo Morin, “deveriam estimular que alunos escrevessem diários, e depois os lessem com o passar do tempo. E essa prática poderia perpassar ao longo de toda a educação básica. Só conhecendo nossas fraquezas é que conhecemos também as fraquezas dos outros, e assim, as compreenderemos.” A alteridade, assim, pode ser a aprendizagem primeira para as construções de relações menos conflitantes e infinitas entre si se quisermos evoluir no processo de ensino-aprendizagem.

Ao experienciar um fenômeno e (re)conhecer-se nas diferenças, (re)afirmamos nossa condição de si-mesmo-outros sobrepondo-se a cada percepção e em cada instante de consciência em relações com os outros-eu por meio de um procedimento ininterrupto e infinito. Tal qual a reflexão do filósofo francês, o propósito dos textos desta edição permeia o contexto escolar de ensino-aprendizagens, mas estão além. Eles, a todo instante, dialogam com o real e com suas manifestações cotidianas do mundo vivido.

Prof. Me. Rodrigo da Silva Gomes

Mestre em Educação pela Universidade Metodista de São Paulo. Especialista em Filosofia Contemporânea e História, Graduado em Sociologia e Política.

Autor dos livros: Sertão Humano, Os sabores do mundo, Vontade poética.

CONSELHO EDITORIAL

Alex Rodolfo Carneiro
Fabíola Larissa Tavares
Fatima Ramalho Lefone
Rodrigo da Silva Gomes
Patrícia Regina de Moraes Barillari

EDITORA-CHEFE

Fabíola Larissa Tavares

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DE TEXTOS

Fatima Ramalho Lefone
Rodrigo da Silva Gomes

PROGRAMAÇÃO VISUAL E DIAGRAMAÇÃO

Cíntia Aparecida da Silva Gomes

PROJETO GRÁFICO

Mônica Magalnik

COPYRIGHT

REVISTA MAIS EDUCAÇÃO
Editora Centro Educacional Sem Fronteiras (Abril, 2019) - SP

Publicação Mensal e multidisciplinar vinculada a Editora Centro Educacional Sem Fronteiras.

Os artigos assinados são de responsabilidade exclusiva dos autores e não expressam, necessariamente, a opinião do Conselho Editorial

É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos desta revista, desde que citada a fonte.

Rua Manoel Coelho, nº 600, 3º andar sala 302 - Centro São Caetano do Sul – SP CEP: 09510-111

SUMÁRIO

- 06** **A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS O DESAFIO DOS EDUCADORES E EDUCANDOS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM**
Elze Maria da Silva Mendes
- 27** **A FAMÍLIA NO FRACASSO ESCOLAR**
Kelly Parra dos Santos Veiga
- 36** **A GRAMÁTICA NORMATIVA COMO FORMA DE INCLUSÃO SOCIAL?**
Rodrigo Schulz Ferreira
- 51** **A IMPORTÂNCIA DA ATUAÇÃO LÚDICA PEDAGÓGICA NO DESENVOLVIMENTO DA CRIANÇA NA EDUCAÇÃO INFANTIL**
Jussara Nicoletti de Macedo
- 60** **A INCLUSÃO DOS DEFICIENTES AUDITIVOS NA REDE REGULAR DE ENSINO**
Simone Monteiro Matsueda Santos
- 69** **A RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA: UM ENFOQUE BIOÉTICO**
Hilcelânia do Nascimento Belarmino
- 85** **ARTETERAPIA**
Simone Alves de Souza Marinho
- 91** **AS CONTRIBUIÇÕES DA NEUROPSICOLOGIA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM**
Wilson Monteiro
- 100** **ATIVIDADE LÚDICA E DESENVOLVIMENTO COGNITIVO: FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO**
Priscila Bueno Carvalho de Souza
- 109** **BULLYING ESCOLAR**
Alexandre Dias da Silva e Lima
- 117** **BULLYING ESCOLAR: CONHECER PARA PREVENIR**
Jaqueline Silva Almeida Jordão
- 129** **CONTAÇÃO DE HISTÓRIAS E LINGUAGEM TEATRAL NA ALFABETIZAÇÃO**
Ana Laura da Silva
- 143** **CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE ARTES VISUAIS NA ESCOLA**
Deja Ferreira da Silva
- 151** **COORDENAÇÃO PEDAGÓGICA E ATUAÇÃO NO ESPAÇO ESCOLAR**
Lindalva Neto da Silva Lourenço
- 173** **DEPRESSÃO INFANTIL NO ÂMBITO ESCOLAR**
Andréia Passarelli de Jesus
- 189** **DIALOGANDO SOBRE EDUCAÇÃO INFANTIL: CONTEXTO E PERSPECTIVA HISTÓRICA**
Vânia Santana São José Marianno
- 208** **DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM: CONTEXTUALIZANDO O LÚDICO E A INTERDISCIPLINARIDADE NA CONSTRUÇÃO DE SABERES**
Liliane Cristina dos Santos Rocha
- 220** **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE: UM REATOR NUCLEAR INOVADOR PARA O BRASIL**
Cordelia Mara Fazzio Escanhoela
Gaiânê Sabundjian
Ana Cecília de Souza Lima
- 230** **EDUCAÇÃO E METODOLOGIA DE ENSINO EM SOCIOLOGIA E FILOSOFIA**
Suzana Rosa dos Santos Silva

- 246** **EDUCAÇÃO FÍSICA: CORPO, MOVIMENTO E PSICOMOTRICIDADE**
Luciana de Almeida Rodrigues
- 261** **FORMAÇÃO DE PROFESSORES ENQUANTO DESENVOLVIMENTO PESSOAL: CONTRIBUIÇÕES DA PSICANÁLISE**
Luzineide de Sousa dos Santos Vieira
- 281** **GESTÃO ESCOLAR DEMOCRÁTICA**
Roberto Domingos Minello
- 293** **IDENTIDADE DOCENTE NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO INFANTIL**
Marcia dos Santos Xavier de Oliveira
- 311** **IMPACTOS DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA SOCIEDADE**
Claudia Maria dos Santos
- 327** **LITERATURA DE CORDEL NO CONTEXTO ESCOLAR**
Michely Felix Silva
- 335** **MEDIDAS E AVALIAÇÕES NO CONTEXTO ESCOLAR**
Danilo Santana de Andrade
- 351** **MEIO AMBIENTE:UM ESTUDO SOBRE MAUS TRATOS A ANIMAIS SILVESTRES, RECUPERAÇÃO E REINTRODUÇÃO EM SEU HABITAT NATURAL**
Roberta Cardoso Garrido
- 368** **O DESAFIO DAS PROPOSTAS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DOS SURDOS PARA O MERCADO DE TRABALHO**
David de Castro Fonseca
Rimar Romano Segala
- 376** **O DESAFIO DE TRABALHAR A CULTURA AFRICANA E AFROBRASILEIRA NAS AULAS DE HISTÓRIA**
Claudia Regina Aparecida de Oliveira Werneck
- 384** **O ENSINO DE FILOSOFIA NO BRASIL**
Francisco Cleyton Antonio
- 396** **O ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DE JOGOS**
Kamila Rodrigues
- 407** **O LÚDICO NA EDUCAÇÃO INFANTIL**
Paloma Angelin do Nascimento
- 415** **O PAPEL DAS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NA LEITURA DIÁRIA DO PROFESSOR ALFABETIZADOR**
Jéssica Helena Monteiro Paganini
- 423** **O PAPEL DO EDUCADOR EM RELAÇÃO À CRIANÇA COM DISLEXIA**
Camila Pereira Victor
- 430** **O PAPEL DOS CONTOS DE FADAS NA EDUCAÇÃO INFANTIL**
Daniel do Nascimento Siqueira
- 446** **O SINAL E SEUS PARÂMETROS NA ATUAÇÃO DO INTÉRPRETE DE LÍNGUA DE SINAIS**
Lucinaide Aparecida Oliveira Viana
- 453** **TEATRO NA ESCOLA**
Francisca Rosianne Oliveira de Sousa



EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE: UM REATOR NUCLEAR INOVADOR PARA O BRASIL

Cordelia Mara Fazzio Escanhoela ¹

Gaianê Sabundjian ²

Ana Cecília de Souza Lima ³

¹ Prof.^a Mestra em Tecnologia Nuclear pelo IPEN/USP; Prof.^a. de Ensino Fundamental II, e médio, na Rede Municipal de Educação de São Paulo.

Graduação: Engenharia de Produção de Materiais; Licenciatura em Matemática e Física.

E-mail: liafazzio@hotmail.com.

² Orientadora: Prof.^a Dr^a Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica de São Paulo, atuação como Tecnologista Sênior do Comissão Nacional de Energia Nuclear

Graduação: Licenciatura Em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; Mestrado em Tecnologia Nuclear / Reatores de Potência pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; Doutorado em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica de São Paulo.

E-mail: gdjian@ipen.br

³ Co-Orientadora Prof.^aDr^a Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, atuação como pesquisadora associada do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; experiência na área de Física, com ênfase em Física Nuclear, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Ciências, Física de Reatores, Sistemas Energéticos e Meio Ambiente.

Graduação: Bacharelado em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Licenciatura em Física pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, Mestrado em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, e Doutorado em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

E-mail: aclima@ipen.br

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo sobre a implementação do reator inovador System - Integrated Modular Advanced Reactor (SMART) no Brasil. Desenvolvido pelo Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI) e com potência elétrica de 100MWe, esse reator pode atender a uma demanda de cerca de 100.000 habitantes. A escolha deste reator nuclear inovador está alicerçada, primeiramente, na análise do cenário energético nacional, no qual é demonstrada tanto a necessidade da expansão energética no Brasil quanto na imprescindível escolha de fontes alternativas de energia de maneira a atender as exigências de sustentabilidade e atenuação dos impactos ambientais. Dentro do contexto de complementariedade da matriz energética nacional associada à descentralização da geração de energia elétrica; o projeto envolvendo um reator nuclear pequeno e modular do tipo Power Water Reactor (PWR) prova ser uma escolha assertiva inclusive do ponto de vista econômico, já comprovado por meio de métodos econômico-financeiros e ainda, pelo aproveitamento da expertise existente no país.

Palavras-Chave: Educação Ambiental; Sustentabilidade; Reator nuclear; Inovação; SMART.

INTRODUÇÃO

A energia é um tema estratégico para qualquer governo devido à sua relevância como fator tanto determinante quanto limitante no desenvolvimento humano. Dentro desta perspectiva, fomentar políticas de energia em todos os níveis, desde a sua geração, passando pelas formas de utilização, até a busca por maior eficiência; ocupa um papel de destaque em todas as sociedades no mundo.

A energia que sustenta a atividade humana é, hoje, predominantemente elétrica. A eletrificação tornou-se indispensável principalmente pelas incontáveis formas de uso e também pela grande eficiência de geração. Um ponto crucial dentro das políticas públicas é a escolha de uma estratégia de fornecimento de energia eficaz e abrangente.

Como a energia vem sendo produzida, em sua maior parte, por fontes fósseis poluentes e emissoras de gás carbônico; na busca por soluções para essa problemática, fontes alternativas limpas e sustentáveis têm sido estudadas e já inseridas em diversos países, inclusive no Brasil.

Atualmente 75% da matriz energética brasileira são compostos por fontes renováveis das quais, quase metade são hidrelétricas. No entanto, os recursos hídricos apresentam incertezas e sazonalidades que vêm se agravando nos últimos anos.

Nossa principal fonte, a hidrelétrica, apesar de não poluente corre, hoje, o risco de esgotamento em decorrência de grandes demandas e das mudanças climáticas. Dentre outras fontes energéticas ainda não tão intensamente exploradas no Brasil encontram-se a biomassa, eólica, solar e nuclear.

Assim, há expectativa de expansão das energias alternativas em território nacional contando com projeções de liderança da eólica e solar seguidas pela biomassa e nuclear [DUARTE, 2014; ALVIM et al, 2013].

Dentro deste contexto, a energia nuclear se mostra uma interessante opção, pois além de limpa, oferece as vantagens da disponibilidade de combustível (urânio e tório) e também, do domínio da tecnologia aplicada nas usinas de Angra 1 e 2 e futuramente em Angra 3.

Para um planejamento energético bem-sucedido é necessário um profundo conhecimento das diversas fontes energéticas passíveis de implementação, levando-se em conta os recursos naturais, tanto os renováveis quanto os não renováveis, capazes de suprir as necessidades de geração de energia.

O debate energético atual propõe novos modelos que também atendam às exigências de sustentabilidade e atenuação dos impactos ambientais às gerações futuras e considera a forte tendência de produção descentralizada de energia elétrica.

O CENÁRIO ENERGÉTICO

A crescente preocupação mundial com a oferta de energia num horizonte de médio e longo prazo tem mobilizado empresas do setor energético a realizarem estudos de cenários energéticos, no Brasil e no mundo [IEO 2016].

Esses estudos indicam que a demanda energética brasileira deve dobrar até 2050 [EPE 2014] observando-se um significativo aumento da produção da eletricidade; ainda segundo essas pesquisas, haverá crescimento tanto do petróleo quanto da energia hídrica, o gás natural deve aumentar e as energias eólica,

biomassa e nuclear tendem a adquirir maior relevância [Alvim et al, 2013].

Diversos aspectos devem ser considerados para que uma tomada de decisão seja feita. A seguir, são apresentados alguns aspectos bastante relevantes para a obtenção de uma escolha quanto aos investimentos na área energética:

1- O cenário energético mundial de longo prazo, até 2040, no qual estão inclusos os países OECD e não OECD, sinaliza que a demanda total deve crescer em torno de 50% e a eletricidade em 70%. Mantendo-se a eletricidade entre os setores mais dinâmicos de todos os comercializados, ressalta-se que, dentre as energias limpas, a nuclear ocupa o segundo lugar no quesito rapidez de crescimento (2,3% ao ano) após as fósseis; com destaque para o gás natural (1,9% ao ano). E espera-se uma maior participação do consumo nos países não OECD (83%) em relação aos OECD (17%) (IEO 2016).

2- Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), apesar da principal fonte de geração elétrica no Brasil ser a hidroeletricidade, observa-se também que desde 1990 não entraram em operação novas hidrelétricas com reservatórios de regularização plurianual, ou seja, aquelas com capacidade instalada maior do que 30 MW e área acima de 3 Km².

Segundo o Plano de Operação Energética (PEN) da ONS 2014, a perda da capacidade de regularização das usinas hidrelétricas, mediante o crescimento de carga, oferece riscos de déficit e impacta os custos marginais

de operação, CMO⁴, cabendo às térmicas cumprirem o papel complementar.

Após a crise hídrica de 2013 e consequente intensidade operacional das térmicas, a modicidade tarifária ficou comprometida, os custos com manutenção e operação dos agentes elevaram-se, e a confiabilidade dos equipamentos diminuiu (FGV 2016).

A evolução da matriz energética brasileira deverá manter a tendência de expansão hidrelétrica com baixa ou nenhuma regularização plurianual e crescente inserção de fontes intermitentes.

3- De acordo com o DE2050, a demanda energética brasileira total deve dobrar, de 2013 a 2050, passando de 267 Tep/ano em 2013 a 605 Tep/ano⁵ em 2050, com importante participação do gás natural e da eletricidade, que também deve subir de 16,6% para 23,2% no período considerado.

Espera-se que a energia nuclear, no horizonte de 2010 a 2060 participe com 31% do total da eletricidade gerada do Serviço Público do Cenário Básico.

É observado ainda que, enquanto o nível das fontes derivadas de petróleo e gás natural é mantido abaixo de 20%, entre 2010 e 2050, a energia nuclear apresenta um crescimento de 30% ao lado de outras fontes renováveis (eólica, fotovoltaica e PCH), biomassa e hidráulica.

4- A energia nuclear é a quarta maior fonte geradora de eletricidade no mundo depois do carvão, gás natural e hidroeletricidade. Existem, hoje, 442 reatores nucleares em operação em 30 países e 66 reatores em

⁴ Cmo = Custo por unidade de energia produzida para atender a um acréscimo de carga no sistema.

⁵ Tep = Toneladas de petróleo equivalente.

construção em nações como China, EUA, Rússia e membros da União Europeia [IAEA 2016].

5- O Brasil possui a sexta maior reserva de urânio do planeta com somente um terço de seu território prospectado e também de tório e detém o domínio da tecnologia do ciclo de combustível, condição privilegiada de poucos países do mundo [MALTA, 2014].

Apesar disso, a indústria nuclear no Brasil tem crescido pouco, em parte devido a um planejamento mais diretamente voltado à expansão das fontes renováveis e também pela resistência e conhecimento precário da sociedade quanto aos riscos e benefícios da energia nuclear.

6- A energia nuclear vem se tornando um consenso cada vez mais presente no debate energético nacional, não só pela abundância de combustível e domínio da tecnologia, mas principalmente devido aos benefícios gerados ao meio ambiente por contribuir com a mitigação dos efeitos climáticos ao planeta, apresentando também baixo nível de impactos ambientais [FGV 2016].

Considerando apenas para fins pacíficos, a energia nuclear apresenta como principais pontos favoráveis: não contribuir com a emissão Gases de Efeito Estufa (GEE) ao planeta, utilizar pequenas áreas para sua instalação, causar baixo nível de impactos ambientais e independer de sazonalidades climáticas; particularizando para o Brasil, dispor de grande teor de combustível e conhecer bem a tecnologia. E, como pontos desfavoráveis: armazenar rejeitos radioativos em locais isolados e protegidos, incorrer em riscos de acidentes, descomissionar as centrais após o seu encerramento e apresentar custos

relativamente altos [FGV 2016; SILVA, A. T., 2008].

A implementação de reatores inovadores, já em fase de desenvolvimento em diversos países, configura-se em um projeto bastante promissor tanto em termos de segurança quanto econômicos.

Por todos os argumentos apresentados, acredita-se que a opção nuclear seja plenamente justificável para compor a matriz energética brasileira de modo mais consistente nas próximas décadas, complementarmente à hidráulica e outras fósseis.

GERAÇÃO TERMONUCLEAR

Centrais núcleo-elétricas são termelétricas cujo princípio básico é a obtenção de energia térmica por meio da fissão nuclear do combustível, que pode ser material físsil (geralmente o ^{235}U enriquecido) ou fértil, podendo este ser convertido em físsil. Deve-se levar em conta que uma central nuclear pode conter vários reatores.

Atualmente apenas os reatores de fissão são empregados para a produção de energia elétrica comercialmente enquanto que os reatores de fusão se encontram em fase experimental.

A energia nuclear como fonte de geração elétrica vem sendo gradativamente defendida pelos ambientalistas por ser considerada “limpa” e causar um baixo nível de impactos ambientais contribuindo, assim, para a mitigação dos efeitos climáticos ao planeta.

O Brasil, em particular, conta com as vantagens adicionais da abundância de matéria prima (urânio e tório) e o domínio da tecnologia do ciclo do combustível, atualmente aplicada aos reatores Pressurizer Water Reactor (PWR)

como as usinas em funcionamento Angra 1 e Angra 2 e futuramente à Angra 3 [Malta, 2014]. Os maiores problemas enfrentados, hoje, pela energia nuclear e muito questionados pelas populações do mundo todo referem-se aos altos custos de instalação dos reatores e riscos de acidentes. Os reatores nucleares inovadores surgem em resposta a esses inconvenientes, trazendo uma proposta de segurança e economia muito superiores aos reatores convencionais.

Suas principais inovações referem-se aos sistemas de segurança que garantem o resfriamento do núcleo mesmo em caso de falhas na operação e aprimoramentos da tecnologia, permitindo maior automação, menos paradas para reabastecimento e menos produção de rejeitos; redução do tempo de construção, retorno mais rápido do capital e uso racional do combustível [Silva, A. T., 2008].

Dentre os diversos tipos de reatores inovadores atualmente em operação ou sendo pesquisados, destacam-se:

- os de pequeno a médio porte e modulares; são Small Modular Reactors (SMR) cuja potência varia de 100 a 625 MW, podendo atingir 1300 MW quando colocados em série; o SMART é um exemplo desses reatores [IAEA 2006].

- os de grande porte, com diversos aperfeiçoamentos; exemplos são AP1000 da Westinghouse e o European Pressurized Reactor (EPR), da AREVA [Aranha, 2010].

- os reatores nucleares de altas temperaturas, High Temperature Gas Reactor (HTGR), refrigerados a gás; um exemplo é o Pebble Bed Modular Reactor (PMBR), e os moderados a grafite e refrigerados a gás (CO₂

ou He), na qual o calor gerado pode produzir hidrogênio puro por hidrólise [Lepecki, 2011].

- os reatores rápidos do tipo Fast Breeder Reactor (FBR), também chamados de reprodutores por produzirem combustível na medida em que o consomem, por meio dos nêutrons rápidos. Outro exemplo: Liquid Metal Fast Breeder Reactor (LMFBR) reator rápidos refrigerado a metal líquido [WNA, 2014a].

- os reatores subcríticos do tipo Accelerator Driven Systems (ADS) que utilizam nêutrons de um acelerador de partículas acoplado ao reator e queimam resíduos reduzindo a meia-vida dos elementos radioativos [WNA, 2014b; Vandeplassche, 2012].

A VIABILIDADE ECONÔMICA

O reator inovador System-Integrated Modular Advanced Reactor, SMART, foi selecionado para ser instalado no Brasil por se tratar de um reator avançado que apresenta diversas vantagens inovadoras, além de ser do tipo PWR semelhante aos reatores já conhecidos no Brasil, Angra 1, 2 e 3.

A viabilidade econômica do projeto SMART no Brasil foi avaliada por meio das técnicas Taxa Interna de Retorno; Valor Presente Líquido; Payback Descontado e Periodic Payment Amount. Foram selecionadas e estudadas três tarifas e três formas de captação de recursos; foi também calculado o custo unitário por MWh do reator SMART e comparado ao de uma hidrelétrica de igual potência. Os resultados demonstraram que o projeto é viável em quatro situações distintas e o custo unitário resultou inferior ao da hidrelétrica [Escanhoela, 2018].

Nesse trabalho, cuja fundamentação se dá por meio de projeções de demanda energética



a médio e longo prazo com ênfase na eletricidade, o ano de 2028 foi indicado com base na avaliação de que o horizonte de dez anos seja suficiente para o crescimento e estabilização da economia no país, trazendo como consequência, investimentos substanciais na área energética viabilizando projetos como o SMART no Brasil.

O REATOR SMART

O SMART é um reator avançado de pequeno a médio porte, PWR, refrigerado e moderado à água leve, com capacidade térmica de 330 MW e capacidade elétrica de 100 MW cujo projeto, com combustível de óxido de urânio enriquecido a 4,95%. Seu design foi projetado pela KAERI e teve início em 1997.

O SMART possui contenção de concreto revestido com aço. Todos os componentes do sistema primário como núcleo, geradores de vapor, pressurizador e principais bombas do refrigerante estão contidos no vaso pressurizado do reator.

As características SMART incluem melhoramentos na circulação do refrigerante no sistema primário e auto pressurização.

O reator SMART inclui as funções de aquecimento distrital e dessalinização da água do mar; fornece 40 mil toneladas de água doce por dia e 90 MW de eletricidade (potência líquida), em uma área estimada de 100 mil habitantes ou complexo industrializado. Os aspectos de design apresentam recursos inerentes de segurança e sistemas tanto de remoção do calor residual como de mitigação das perdas devido a acidentes do tipo Loss of Coolant Accident (LOCA).

O arranjo integrado dos componentes e o menor volume de tubulações e conexões

melhoram a vazão do refrigerante e eliminam as possibilidades de grandes perdas por acidentes, Large Break Loss of Coolant Accidents (LBLOCA).

O pressurizador é projetado para controlar a pressão em um nível constante em todos os pontos do sistema primário.

As bombas do refrigerante sem juntas também contribuem para minimizar perdas por acidentes do refrigerante associadas a falhas de vedação das bombas.

Adicionam-se aos aperfeiçoamentos a aplicação de técnicas digitais, reduzindo os fatores de erro humanos e, conseqüentemente, aprimorando a confiabilidade da planta.

O sistema passivo de segurança atua no sentido de desligar o reator e aplicar os mecanismos de segurança por meio da remoção do calor residual e resfriamento da contenção. Os sistemas adicionais incluem proteção contra um excesso de pressão do reator e mitigação de acidentes graves. Em qualquer circunstância, o reator pode ser desligado inserindo barras de controle e injeção de boro. A remoção do calor residual é assegurada pela circulação natural de um fluido de duas fases e o núcleo é mantido intacto por 36 horas sem ação corretiva pelo operador. Sobre pressurizações do reator, em quaisquer circunstâncias, podem ser reduzidas por meio da abertura da válvula de segurança do pressurizador.

O incremento na segurança se deve a aspectos inovadores de design tais como configuração integral do sistema de refrigeração, capacidade melhorada de circulação natural, sistema passivo de remoção do calor residual e conseqüente minimização dos riscos de acidentes nucleares. E o ganho na

economia se deve a simplificações nos sistemas por meio da redução do número de tubulações e válvulas; padronização e modularização dos componentes; curto prazo de construção e implementação, e produção maximizada.

A baixa densidade de potência do núcleo, 5 w/o, fornece uma margem térmica acima de 15%, acomodando quaisquer eventuais transientes no fluxo de calor e garantindo a confiabilidade térmica do núcleo em operação normal.

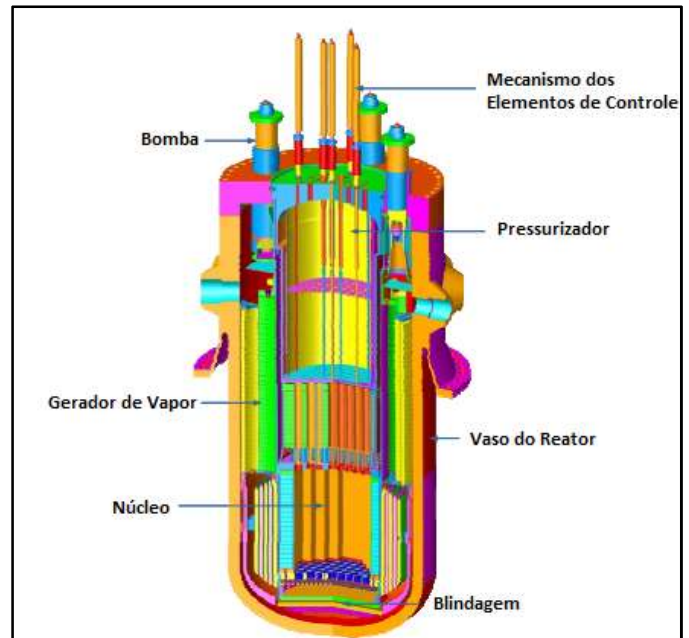
A reação em cadeia é controlada por barras de controle e boro solúvel; os indicadores de posição de quatro canais nas barras contribuem para reforçar o sistema de proteção do núcleo.

A Figura 1 abaixo mostra um desenho em corte transversal do circuito primário do SMART, indicando seus principais componentes: pressurizador, geradores de vapor, bombas do refrigerante, mecanismo dos elementos de controle, barras de suporte do núcleo, estrutura guia superior, instrumentação do núcleo, estrutura do fluxo de mistura e arranjo do elemento combustível, em um único vaso do reator pressurizado.

Os geradores de vapor consistem de tubos de transferência de calor helicoidalmente bobinados para produzir vapor a 30°C em condições normais de operação.

O projeto SMART inclui, além da geração de eletricidade, as funções de dessalinização da

água do mar e geração de calor para aquecimento urbano [IAEA 2007].



Fonte: IAEA, 2007.

Figura 1 – Protótipo do circuito primário

Análises preliminares de segurança e testes termo hidráulicos foram realizados, demonstrando a eficácia dos sistemas técnicos do SMART e estimam que a quantidade de água e eletricidade produzidas sejam suficientes para abastecer uma população de cerca de 100.000 habitantes.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado sobre o cenário energético brasileiro possibilitou obter uma visão ampla da realidade nacional por intermédio da avaliação de uma diversidade de fontes térmicas que compõe a matriz energética do país, tornando-se claro que há uma expectativa, baseada nas projeções, da necessidade do aumento da contribuição dessas fontes de energia a fim de garantir a segurança do suprimento energético no médio e longo prazo.

Em um contexto no qual é crucial atentar para as deficiências daquelas fontes energéticas que enfrentam o problema da sazonalidade das safras e também, daquelas que embora apresentem uma contribuição crescente dentro do cenário, ainda não conseguem atender à demanda nacional; a geração nuclear apresenta-se como uma alternativa de grande potencial não somente no sentido de preencher as lacunas devido à necessidade de expansão energética, mas também, no intuito de ampliar a diversificação da matriz energética.

A implementação de instalações nucleares com reatores do tipo SMART contará com uma opção economicamente viável, vantajosa qualitativa e quantitativamente em relação a uma hidrelétrica de igual potência que causará menos impactos ambientais. Este tipo de instalação proporcionará não somente a produção de energia elétrica, mas também, a produção de água potável ampliando assim, o papel da área nuclear na conjuntura social brasileira.

REFERÊNCIAS

ALVIM, C. F. et al. **Projeção das energias primárias na geração de eletricidade com avaliação da demanda e oferta de energia, em horizonte de médio prazo (2020), longo prazo (2035) e muito longo prazo (2060)**; Revista Economia e Energia, ano XVII, n 89, 01-03/2013; <http://ecen.com/eee89/eee89p/Proj%20Energia%20Primaria.htm>.Data de Acesso 01/04/2019.

ARANHA, F. **A nova energia nuclear; Núcleo Eletricidade/ Associação Brasileira de Integração e Desenvolvimento (ABIDES)**, 28/10/2010.

ASSOCIATION, World Nuclear - **Fast Neutron Reactors**; 2014, rev 2017.Disponível em <http://www.world-nuclear.org/information-library-current-and-futuregeneration/fast-neutron-reactors.aspx>.Data de Acesso 01/04/2019.

ASSOCIATION, World Nuclear **Accelerator-driven Nuclear Energy**; 04/2014. <http://www.world-nuclear.org/information-library-current-and-futuregeneration/fast-neutron-reactors.aspx>.Data de Acesso 01/04/2019.

EPE .Empresa de Pesquisa Energética (EPE 2014)- **Demanda de Energia 2050/ Série Estudos da Demanda de Energia, Nota técnica DEA 13/14**; RJ, 08/2014; <http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/DEA%201314%20Demanda%20de%20Energia%202050>.Data de Acesso 01/04/2019.

ESCANHOELA, C. M. F. **Estudo da viabilidade econômica para a implementação do reator nuclear SMART no Brasil** - Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, 2018.

IAEA. International Atomic Energy Agency (IAEA 2006) - **Status of innovate small and medium sized reactor designs** 2005; TECDOC-1485, Vienna, 2006;

IAEA. International Atomic Energy Agency (IAEA 2007) - **Status report 77: System-Integrated Modular Advanced Reactor (SMART)**, 2007;

IEO. International Energy Outlook (IEO 2016) - U.S. **Energy Information Administration; Washington**, 11/05/2016; <http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/04842016>.Data de Acesso 01/04/2019.

LEPECKI, W. **A Energia nuclear e a economia do Hidrogênio**; Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), 26/01/2011.

MALTA, S. **Energia nuclear: o Brasil pode abrir mão?**; Jornal O Globo, RJ, 23/06/2014; <https://oglobo.globo.com/opiniao/energia-nuclear-brasil-pode-abrir-mao-12948055>.Data de Acesso 01/04/2019.

SILVA, A. T. **O futuro da energia nuclear**; Revista USP, n 76, SP, 12/2007-02/2008; www.revistas.usp.br/revusp/article/viewFile/13636/15454.Data de Acesso 01/04/2019.

VANDEPLASSCHE, D. e Romão, L. M. **Accelerator Driven Systems; Proceedings IPAC 2012**, N. Orleans, USA; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2012.



www.revistamaiseducacao.com
E-mail: artigo@revistamaiseducacao.com

Rua Manoel Coelho, nº 600, 3º andar sala 302 - Centro São Caetano do Sul – SP CEP: 09510-111 Tel.: (11) 97140-1305



EDITORA
CENTRO EDUCACIONAL SEM FRONTEIRAS