



VOLUMEN 2 NÚMERO 2 2015

Revista Internacional de

Ciencia y Sociedad

Estudos científicos para controle, segurança e licenciamento de centrais nucleares

JÔNATAS FRANCO CAMPOS DA MATA
AMIR ZACARIAS MESQUITA
VANDERLEY DE VASCONCELOS

Estudos científicos para controle, segurança e licenciamento de centrais nucleares

Jônatas Franco Campos da Mata, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Brasil

Amir Zacarias Mesquita, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Brasil

Vanderley de Vasconcelos, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Brasil

Resumo: *As centrais nucleares têm avançado, nos últimos anos, em desenvolvimento tecnológico e metodologias de segurança operacional. Entretanto, o acidente nuclear de Fukushima, no Japão trouxe um recrudescimento no temor, por parte de diversos setores da sociedade civil, de que a indústria nuclear não possa garantir que os novos reatores estão mais seguros do que os antigos e quase à prova de desastre. O Brasil possui duas usinas nucleares e uma terceira usina (Angra 3) encontra-se em construção. Estas três usinas são seguras e confiáveis, possuindo reatores da geração II. Alguns poucos reatores da geração III e III+ tem sido colocados em operação no mundo, com características que envolvem conceitos de segurança passiva para atuação motora. Os reatores da geração IV encontram-se em estudos e poderão ser implementados a partir de 2030. Os conceitos desta nova geração de reatores procuram maximizar a segurança, a sustentabilidade e a economia. A Eletronuclear, empresa governamental responsável pela gestão das centrais nucleares brasileiras, recentemente divulgou o programa de gerenciamento de riscos para a usina nuclear Angra III, identificando, de forma objetiva e transparente, as justificativas do empreendimento, os aspectos e impactos ambientais, medidas mitigatórias e compensatórias. O presente estudo, ainda em fase de planejamento, visa elaborar estudos de gerenciamento de riscos que contemplem a estimativa dos riscos ambientais e de segurança para centrais nucleares em termos de probabilidades de ocorrência, impactos e medidas preventivas e corretivas para bloqueio.*

Palavras-chave: *estudos científicos, controle, licenciamento, gerenciamento de riscos, segurança*

Abstract: *Nuclear power plants have improvements in recent years, in terms of technology development and operational security methodologies. However, the nuclear accident at Fukushima in Japan has brought a resurgence of the fear, on the part of various sectors of civil society that nuclear industry, that can not ensure about new reactors are safer than the old, and almost to disaster-proof. Brazil has two nuclear power plants and a third plant (Angra 3) is under construction. These three plants are safe and reliable, possessing reactors Generation II. A few reactors Generation III and III + has been put in operation in the world, with features that involve passive safety concepts for motor performance. The Generation IV reactors are under study and will be implemented from 2030. The concepts of this new generation of reactors seek to maximize the safety, sustainability and the economy. Eletronuclear, government company responsible for managing the Brazilian nuclear power plants, recently released the risk management program for the nuclear power plant Angra III, identifying in an objective and transparent manner, the justification of the project, the environmental aspects and impacts, mitigation measures and compensatory. This study, still in the planning stages, aims to develop risk management studies that address the estimation of environmental and safety risks for nuclear power plants in terms of probabilities, impact and preventive and corrective measures for blocking.*

Keywords: *Scientific Studies, Control, Licensing, Risk Management, Security*

1. Introdução

O acidente nuclear de Fukushima acarretou fortes protestos e críticas, por parte da comunidade internacional, com relação à utilização de reatores term nucleares para geração de energia elétrica. Após decorridos mais de três anos de sua ocorrência, tem-se um esforço continuado dos órgãos governamentais e empresas privadas, no sentido de propiciar a maximização da segurança dos reatores nucleares contra riscos de acidentes.

No Brasil, as preocupações com a segurança das usinas nucleares tem sido conduzidas de forma satisfatória pela Eletronuclear. Entretanto, há a necessidade de mecanismos de gestão de riscos mais elaborados, buscando aumentar o grau de confiabilidade dos sistemas envolvidos nos reatores nucleares, de forma a tranquilizar todas as partes interessadas no quesito da segurança.

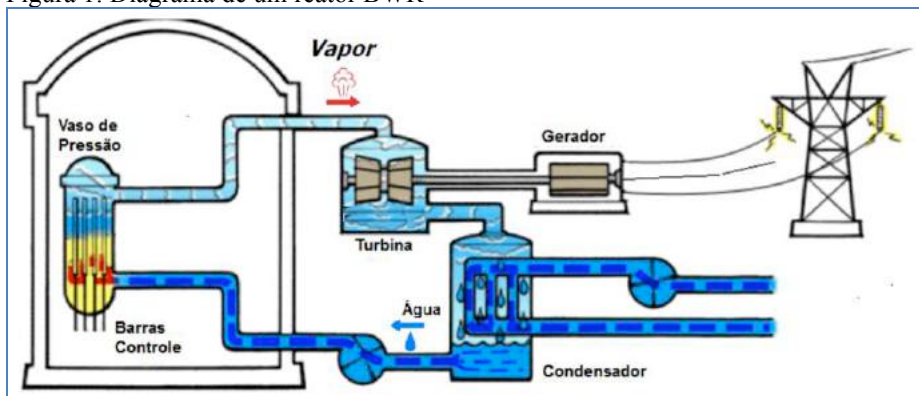
2. Diagnóstico do acidente nuclear de Fukushima

2.1. Descrição sucinta do evento

Em 11 de março de 2011, às 14:46 h no horário padrão japonês, ocorreu o terremoto Tohoku, cujo epicentro deu-se a cerca de 70 km ao norte da principal ilha do Japão. Em decorrência deste terremoto, ocorreram altas vibrações nas bases da Usina Nuclear Fukushima I Dai-ichi, localizada a sudoeste do epicentro [1].

A Usina Nuclear Fukushima I Dai-ichi era composta por 6 reatores BWR – *Boiling Water Reactor* (reator a água fervente), onde a água de refrigeração entra em ebulição, ao passar pelo núcleo retirando calor [2]. O vapor gerado movimentava uma turbina, gerando energia elétrica. Há um circuito secundário de água fria, que retira calor do vapor, provocando sua condensação. A água retorna, então, para o núcleo, reiniciando o ciclo. Na Figura 1, tem-se a representação de um reator BWR.

Figura 1: Diagrama de um reator BWR

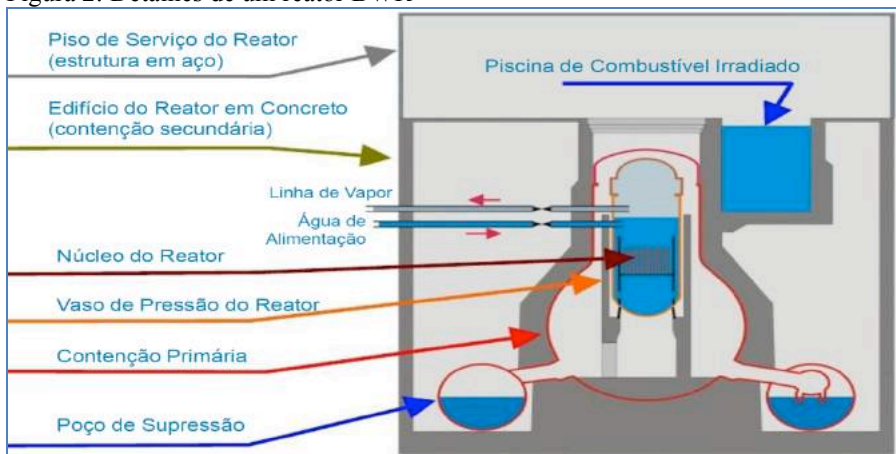


Fonte: Mesquita, 2014.

A Figura 2 detalha a região do vaso de pressão e seus periféricos.

As vibrações resultantes do terremoto foram percebidas pelo sistema de segurança, levando ao desligamento de seus reatores. Em função do rompimento dos cabos de distribuição de energia elétrica, o sistema de geradores de emergência entrou em operação, a fim de continuar o resfriamento do núcleo do reator, devido ao calor de decaimento dos produtos da fissão do urânio.

Figura 2: Detalhes de um reator BWR



Fonte: Mesquita, 2014.

Após 4 minutos da ocorrência do terremoto, uma onda gigante (tsunami) com mais de 10 metros de altura avançou, pelo mar, sobre a região onde estava assentada a usina nuclear, passando sobre o seu muro de proteção, cuja altura era de 5,7 metros. Com isso, houve a inundação da planta e dos geradores de emergência, causando a parada de quase a totalidade dos mesmos após uma hora da ocorrência do terremoto. Somente um gerador manteve-se em operação, sendo alimentado através de baterias elétricas. Porém, decorridas 8 horas de funcionamento, as baterias se esgotaram e, em consequência, houve a parada completa da refrigeração dos reatores.

Os eventos descritos a seguir ocorreram, de forma análoga, para os reatores 1, 2 e 3.

Com a falha no arrefecimento dos reatores, o calor de decaimento acarretou a formação de vapor no interior dos núcleos e o aumento de pressão. As válvulas de alívio de pressão foram abertas, havendo a condução do vapor para o poço de supressão.

Assim, gradativamente, o nível de água de refrigeração do núcleo dos reatores foi abaixando, e a alta temperatura causou a fusão das estruturas de aço e do revestimento dos elementos combustíveis, feitos à base da liga *zircaloy*. A reação do vapor com o *zircaloy* é demonstrada abaixo:



O excesso de H_2 , somado à alta temperatura no interior do reator, gerou a ocorrência de diversas explosões, onde houve danos no telhado de aço dos reatores e a consequente liberação dos fragmentos de fissão e gases radioativos para a atmosfera.

2.2. Consequências e ações corretivas imediatas

O acidente nuclear de Fukushima foi classificado como nível 7, segundo a Escala Internacional de Acidentes Nucleares (INES), portanto no mesmo nível que o acidente nuclear de Chernobyl (Ucrânia), ocorrido em 1986.

No entanto, em Fukushima a gravidade dos impactos foi consideravelmente menor: não houve mortes confirmadas por efeitos determinísticos devidos à radiação, e esta atingiu cerca de 1/20 da radiação emitida no acidente de Chernobyl.

O governo japonês, com o apoio logístico da IAEA (Agência Internacional de Energia Atômica), tomou as seguintes medidas mitigadoras:

- Evacuação de áreas distando até 50 km da Usina Nuclear de Fukushima, sendo retiradas até 90.000 pessoas. Todos os desabrigados foram alojados adequadamente, bem como foi fornecido um tratamento médico para todas as vítimas.
- Monitoração criteriosa e continuada dos níveis de radiação em pessoas, no ar, solo, água e alimentos. O retorno das pessoas às áreas de influência do evento somente será feito à medida que os níveis de radiação estejam abaixo dos mínimos aceitos.
- Retirada dos resíduos e destroços contaminados, acondicionando-os em local isolado e devidamente blindado.
- Isolamento das águas subterrâneas em todo o entorno dos reatores danificados.
- Armazenamento das águas contaminadas em tanques construídos para este fim.
- Concretagem das instalações nucleares afetadas, e monitoramento permanente destes locais.

2.3. Lições aprendidas

O tsunami ocorrido em 2011 é considerado como um dos maiores desastres já ocorridos na história da humanidade, e sua severidade ultrapassou as previsões mais pessimistas com relação à eventos semelhantes.

No entanto, pode-se apontar oportunidades de melhoria, gerados através da reflexão sobre as falhas ocorridas:

- Aumentar a altura dos muros de proteção de usinas nucleares situadas em regiões sujeitas a terremotos e tsunamis.

- Aperfeiçoar o fornecimento externo de energia elétrica (baterias e geradores), de forma a permitir uma maior autonomia do sistema de bombeamento de água para refrigeração do núcleo dos reatores nucleares, em caso de necessidade.
- Implementar reservatórios elevados de água para resfriamento, com acionamento que independa de energia elétrica, de forma que a água desça por gravidade e resfrie o núcleo sem necessidade de bombeamento.
- Melhoria de gestão de riscos de acidentes e criação de um centro de comando para atendimento à emergências.

3. Usinas nucleares no Brasil

3.1. Tipos de reatores utilizados e particularidades

No Brasil, encontra-se a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, composta atualmente por 2 usinas nucleares em operação: Angra 1, com potência instalada de 640 MW e Angra 2, com potência de 1.350 MW [3]. Há, também, uma usina em construção: Angra 3, com potência prevista de 1.405 MW e previsão de partida em 2015. A tecnologia empregada nestas usinas é de Geração II, que provém boa confiabilidade e segurança, estando em processo de aperfeiçoamento, conforme conceitos mais modernos de projeto.

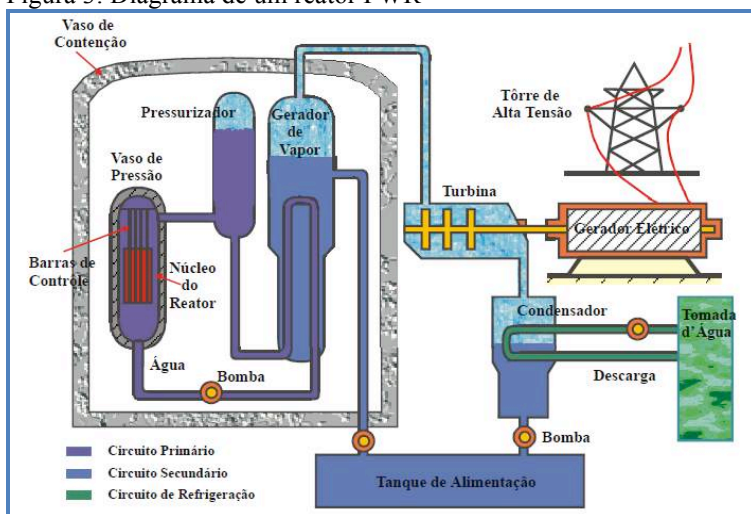
Cada uma delas possui um reator nuclear PWR – *Pressure Water Reactor* (reator a água pressurizada), onde a água utilizada para refrigeração do núcleo é pressurizada, o que a impede de entrar em ebulição. Esta água circula em circuito fechado, denominado circuito primário [2]. O fluxo de água aquecido transfere calor para o circuito secundário, onde a água vaporizada passa por uma turbina, gerando energia elétrica. A independência do circuito primário em relação ao circuito secundário garante que qualquer radioatividade gerada no interior do núcleo não passará pelo interior da turbina.

Outra característica intrínseca aos reatores nucleares PWR é o coeficiente de reatividade negativo, ou seja, o aumento da temperatura acarreta a redução da potência do reator. Isto protege o sistema contra aumentos repentinos de potência.

O resfriamento do fluxo de vapor, após atravessar a turbina, é feito por um circuito fechado de água fria. Após trocar o calor com a água fria, o vapor se condensa, e a água retorna para o vaso gerador de vapor.

A Figura 3 exibe, de forma esquemática, um reator PWR.

Figura 3: Diagrama de um reator PWR



Fonte: Mesquita, 2014.

3.2. Critérios de segurança

O projeto das usinas nucleares Angra 1, 2 e 3 contempla sistemas de segurança passivos, que são sistemas inerentes às construções e equipamentos presentes nestas usinas [4]. No caso de reatores do tipo PWR, consistem em barreiras que agem para proporcionar defesa em profundidade. Na Figura 4, são demonstradas as 6 barreiras passivas existentes nos reatores PWR brasileiros.

Figura 4: Barreiras de um reator nuclear PWR



Fonte: Eletrobrás Eletronuclear, 2011.

Alguns aspectos fundamentais para a gestão da segurança das usinas nucleares de Angra 1, 2 e 3, são citados abaixo:

- Controle rigoroso do projeto, construção, comissionamento, operação e futuro descomissionamento das usinas.
- Disseminação das normas e procedimentos, bem como a execução de treinamentos periódicos e disseminação da cultura de segurança na empresa e comunidade.
- Monitoramento, controle, limitação e proteção através de sistemas de informação adequados e interligados por rede. Estes sistemas permitem a detecção de desvios e falhas, gerando atuações preventivas e corretivas.
- Sistemas de segurança e procedimentos de emergência.
- Planos de emergência local e externo, em caso de sinistros. Estes planos contemplam as fases de detecção, controle, alarme, proteção e contenção, bem como a evacuação das áreas, se necessário.

O alcance do Planejamento de Emergência das usinas de Angra é visualizado na Figura 5.

5. Estudos de gerenciamento de riscos em usinas nucleares

Comparativamente a outros tipos de centrais de geração de energia elétrica, como hidrelétricas, termoelétricas a carvão, óleo e gás, usinas eólicas e solares, as usinas nucleares possuem um maior rigor no tocante às normas de segurança no projeto, construção, comissionamento, operação, descomissionamento e gerenciamento de rejeitos. A probabilidade de risco em centrais nucleares, por este motivo, é significativamente baixa, mas não nula [5].

A gestão de riscos de acidentes em instalações nucleares envolve metodologias específicas, onde é feita a identificação dos riscos existentes, estimativas da probabilidade (frequência) de ocorrência destes riscos e quantificação de sua magnitude, determinação de ações preventivas e corretivas para minimização ou eliminação destes riscos [6]. Genericamente, o cálculo dos riscos é dado pela expressão abaixo:

$$\text{Risco (consequência / tempo)} = \text{frequência (evento/tempo)} \times \text{magnitude (consequência/evento)}$$

Este tipo de estudo pressupõe a análise estatística de eventos ocorridos ao longo do tempo em instalações nucleares no mundo, entendimento das tecnologias utilizadas para maximização da segurança contra acidentes nucleares, aspectos socioambientais e geopolíticos, legislação aplicada e outras questões pertinentes.

Portanto, faz-se necessária a aplicação desta metodologia para as centrais nucleares brasileiras, utilizando *softwares* específicos de gerenciamento de riscos e aplicando técnicas como Avaliação Probabilística de Risco, Engenharia de Confiabilidade, Manutenção Centrada em Confiabilidade e Manutenção Baseada em Risco [7]. Estas técnicas devem ser adaptadas e incorporadas aos processos de licenciamento nuclear e ambiental de centrais nucleares, buscando a melhoria dos projetos e a redução dos riscos envolvidos no ciclo de vida destas instalações.

Ressalta-se que não há resultados a apresentar sobre este estudo, pois os trabalhos estão, ainda, em fase inicial de planejamento. Estes trabalhos de pesquisa deverão ser realizados ao longo de dois anos [8].

Espera-se que a metodologia traga uma maior confiabilidade à segurança das centrais nucleares, integrando as melhores tecnologias e sistemas de gestão envolvidos.

6. Conclusão

Verificou-se, nos últimos anos, um esforço continuado em avanços tecnológicos e metodológicos, visando maximizar a segurança nas centrais nucleares. Após os eventos de Fukushima, esta diretriz é imperativa, com o propósito de aumentar a credibilidade da energia nuclear perante a opinião pública [1].

As usinas nucleares do Brasil (Angra 1, 2 e 3) tem, como pilares fundamentais, a preocupação com a segurança em todas as fases destes empreendimentos: projeto, construção, comissionamento e operação [4]. Com relação à Angra 3, a publicação do EIA RIMA foi um passo importante para aumentar a transparência, junto à sociedade, sobre a gestão dos riscos nesta usina nuclear, que se encontra na fase de construção [5].

O presente trabalho delinea, de modo sucinto, a necessidade da condução de um projeto de estudos, a ser executado durante dois anos, com o objetivo de elaborar metodologias de gerenciamento de riscos aplicadas à segurança de centrais nucleares [8]. Este estudo utilizará *softwares* específicos para estimativa de riscos em instalações nucleares, integrando-os à gestão de atividades industriais para aumentar a confiabilidade e sustentabilidade das centrais. Não há, no momento, informações concretas a apresentar, mesmo que preliminares, visto o estudo estar na fase de planejamento.

7. Agradecimentos

Esta pesquisa é apoiada pelas seguintes instituições brasileiras: Eletrobrás Termonuclear (Eletronuclear), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- Eletrobrás Eletronuclear (2011). *Critérios de Segurança Adotados para Angra 1, 2 e 3*.
— (2012). *Usinas Nucleares, Segurança & Fukushima*.
— (2013) *Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA RIMA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto*, 6. Disponível em: http://www.eletronuclear.gov.br/Portals/0/RIMAdAngra3/04_usinas.html
- Guezzi, C.R. *et al.* (2013). The Fukushima Disaster: A Cold Analysis. In: A. Z. Mesquita (Ed.), Book: Current Research in Nuclear Reactor Technology in Brazil and Worldwide. *InTech - Open Access Publisher*, 1, pp. 303-336.
- Guimarães, A.C.F.; Moreira, M.L. (2013). *Probabilistic Safety Assessment Applied to Research Reactors*. In: A. Z. Mesquita (Ed.), Book: Current Research in Nuclear Reactor Technology in Brazil and Worldwide. *InTech - Open Access Publisher*, 1, pp. 117-141.
- Mata, J.F.C. (2013). *Estudo de Metodologias para Melhorias no Controle, Segurança e Licenciamento Nuclear de Centrais Nucleares*. Projeto de Dissertação de Mestrado. Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Radiações, Minerais e Materiais. Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN. Edital CAPES/Eletronuclear 012/2013.
- Mesquita, A.Z. (2014). *Introdução à Tecnologia de Reatores Nucleares*. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Radiações, Minerais e Materiais. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). Belo Horizonte.
- Senne Junior, M. (2003). *Abordagem Sistemática para Avaliação de Riscos de Acidentes em Instalações de Processamento Químico e Nuclear*. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

SOBRE O AUTOR

Jônatas Franco Campos da Mata: Graduação em Engenharia de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais (1994). Está cursando Mestrado em Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais, no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN); MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas. Leciona a disciplina Desenho Técnico, para o curso Técnico em Edificações no IMEC Betim - Instituto Minas de Educação e Cultura. Tem sólida experiência na área de Engenharia de Minas, com ênfase nas seguintes especialidades: pesquisa mineral, planejamento de mina, desenvolvimento e lavra, operação de usina de beneficiamento mineral, desenvolvimento de processos e gerenciamento de projetos mineiros. Atuou em minerações de médio e grande porte, sendo as principais: SAMITRI, VALE, CADAM, Jaguar Mining, Galvani e MMX. Sólidos conhecimentos e experiência em: - Mineração a céu aberto e subterrânea; - Caracterização mineralógica e tecnológica de diferentes minérios; - Gestão do desenvolvimento e lavra de mina, incluindo a manutenção de equipamentos móveis e industriais; - Gestão do planejamento de mina a curto e médio prazo; - Desenvolvimento de processos de beneficiamento, com ênfase em minério de ferro, fosfato, titânio, potássio, cromita, metais básicos (cobre, níquel, chumbo e zinco), ouro, areias, caulim e grafite; - Gestão de projetos, implantação de melhorias contínuas em usinas de beneficiamento mineral existentes e start-up de novas unidades, aumentando a produção global, otimizando processos e reduzindo custos operacionais.

Amir Zacarias Mesquita: Doutor em Engenharia Química - Universidade Estadual de Campinas (2005), mestre em Ciências Técnicas e Nucleares - Universidade Federal de Minas Gerais (1981), graduado em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Minas Gerais (1978). Pesquisador Titular III do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear (CDTN/CNEN). Docente Permanente e Membro Titular do Colegiado do Programa de Pós-Graduação

em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais do CDTN, a partir de 2013. Bolsista de Produtividade, Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq. Dedicou-se à pesquisa em engenharia nuclear com ênfase em termohidráulica e neutrônica experimental de reator nuclear de pesquisa. É autor de mais de duas centenas de artigos técnicos publicados em revistas internacionais e anais. Sua pesquisa tem-se destacado em estudos e experimentos sobre alternativas de monitoramento da energia liberada pelas fissões nucleares, objetivando a segurança e confiabilidade na operação dos reatores. Indicado duas vezes pelo "Eni Scientific Secretariat" para o "The Eni Award" (2011 e 2012, Azienda Generale Italiana Petroli AGIP), categoria: "Protection of the Environment Prize". Perito da Agência Internacional de Energia Atômica - IAEA e do "National Centre of Science and Technology Evaluation (Ministry of Education and Science of Kazakhstan)". Consultor do "Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnología para el Desarrollo - CYTED", do Conselho de Ensino da CNEN, da FAPEMIG e do CNPq. Coordenador de projetos de pesquisa no CDTN/CNEN, FAPEMIG e CNPq. Líder do Grupo de Pesquisa/CNPq "Tecnologia de Reatores Nucleares". Colaborador de projetos na UFMG, UNICAMP, FINEP, CAPES e INCT/CNPq. Membro da Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN) e da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM). Autor do livro: Digital Control System Simulation for Nuclear Reactor Neutronic Parameters - Nova Science Publishers Inc. NY (2012). Editor dos livros: Current Research in Nuclear Reactor Technology in Brazil and Worldwide (2013) e Nuclear Reactors (2012) - InTech Publisher (Croácia). Membro do Corpo Editorial de várias revistas, tais como: Energy and Environment Research (Canadian Center of Science and Education), International Journal of Energy Engineering (USA) e Journal on Nuclear Energy Management and Safety (UK).

Vanderley de Vasconcelos: Graduação em Engenharia Elétrica, pela Universidade Federal de Uberlândia (1978), especialização em Ciências e Técnicas Nucleares, pela Universidade Federal de Minas Gerais (1980), especialização em Análise de Sistemas de Processamento de Dados, pela Universidade Federal de Minas Gerais (1985), mestrado em Ciências Técnicas Nucleares, pela Universidade Federal de Minas Gerais (1985) e doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas, pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997). Possui bolsa de produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora, concedida pelo CNPq, nível II, com vigência para o período de 01/05/2010 a 30/04/2013. Atualmente é Pesquisador Titular III do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, instituição de pesquisa da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CDTN/CNEN e Professor Dedicado da Fundação Universidade de Itaúna - FUIT, ministrando a disciplina "Ergonomia, Saúde e Segurança II", no Curso de Graduação em Engenharia de Produção. Atua também como orientador de Trabalhos de Curso na Graduação em Engenharia Eletrônica, na Universidade de Itaúna, e como coorientador de dissertações de mestrado e teses de doutorado, na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, na Faculdade de Engenharia Química, na área de Sistemas de Processos Químicos e Informática. Tem experiência e atua em projetos nas áreas de Análise de Risco e Confiabilidade, com ênfase em Análise Probabilística de Segurança, bem como na área de Desenvolvimento de Novos Materiais, atuando principalmente nos seguintes temas: análise de acidentes, análise de falhas, análise de segurança, licenciamento, rejeitos, ambiente, ergonomia, qualidade, microestrutura, simulação, análise de sistemas de informação e software.

La **Revista Internacional de Ciencia y Sociedad**

ofrece un espacio para el diálogo interdisciplinar, sobre el pasado, el presente y el futuro de la ciencia y sus relaciones, con la sociedad.

Los temas de interés para la revista abarcan las ciencias particulares, es decir, la biología, la química, la física, la astronomía, las matemáticas, etc., en su relación con la historia, la filosofía, la sociología, la economía, la política científica, la educación, la tecnología, a innovación, el periodismo, la religión o el sector militar.

La **Revista Internacional de Ciencia y Sociedad**

es una revista académica sujeta a revisión por pares, y acepta textos en español y portugués.

ISSN: 2340-9991

