

# LEVANTAMENTO DE REQUISITOS DE SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADO PARA SUBMARINOS NUCLEARES

Requirements gathering of integrated management system requirements for nuclear submarines

Antonelly Assis Gregorio de Sousa<sup>1</sup>, José Gilberto Fernandes Junior<sup>2</sup>,  
Eduardo Henrique Damasceno da Gama<sup>3</sup>, Luciano Carlos Belezia<sup>4</sup>,  
Ricardo Kropf Santos Fermam<sup>5</sup>

**Resumo:** A Marinha do Brasil (MB), por meio de seu Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), objetiva dotar sua esquadra com quatro submarinos convencionais e um submarino com propulsão nuclear. O ineditismo desse programa acarreta diversos desafios de desenvolvimento tecnológico, normativo e regulatório. Este artigo buscou identificar as principais normas para compor sistemas de gestão integrados a ser aplicada a operação de submarinos nucleares contemplando requisitos de: qualidade, meio ambiente, saúde e segurança ocupacional. Empregou-se uma pesquisa bibliográfica para obter artigos, normas, teses e dissertações que abordassem o tema. Obtiveram-se 17 normas como resultados, das quais se identificaram como aplicáveis: IAEA – GSR Part 2, BSI – PAS 99:2012, CNEN NN 1.16, ABNT – NBR ISO 9001:2015, ABNT – NBR ISO 14001:2015 e BSI – OHSAS 18001:2007.

**Palavras-chave:** Submarinos nucleares. Sistemas de gestão integrados.

**Abstract:** The Brazilian Navy (MB) through its Submarine Development Program (PROSUB) aims to provide its fleet with four conventional submarines and a nuclear-powered submarine. The unprecedented nature of this program poses several technological, regulatory and regulatory development challenges. This paper sought to identify the main norms to compose integrated management systems to be applied to the operation of nuclear submarines, contemplating requirements of: quality, environment, health and occupational safety. A bibliographic search was used to obtain papers, rules, theses, and dissertations that addressed the theme. 17 standards were obtained as results, of which the following standards were identified as applicable: IAEA – GSR Part 2, BSI – PAS 99:2012, CNEN NN 1.16, ABNT – NBR ISO 9001:2015, ABNT – NBR ISO 14001:2015 and BSI – OHSAS 18001:2007.

**Keywords:** Nuclear submarines. Integrated Management systems.

**1.** Engenheiro de produção, Mestre em Metrologia e Qualidade pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Ajudante da Divisão de Planejamento e Controle da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade na Marinha do Brasil – Rio de Janeiro, RJ – Brasil. E-mail: aagregoriodesousa@hotmail.com

**2.** Engenheiro eletrônico pela Universidade Federal de Pernambuco. Ajudante da Divisão de Garantia da Qualidade da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade na Marinha do Brasil – Rio de Janeiro, RJ – Brasil. E-mail: j.gilbertofernandes@gmail.com

**3.** Engenheiro eletrônico pela Universidade Federal de Pernambuco. Ajudante da Divisão de Garantia da Qualidade da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade na Marinha do Brasil – Rio de Janeiro, RJ – Brasil. E-mail: edugama@gmail.com

**4.** Engenheiro mecânico, mestre em Metrologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Ajudante da Divisão de Garantia da Qualidade da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade na Marinha do Brasil – Rio de Janeiro, RJ – Brasil. E-mail: luciano.belezia@hotmail.com

**5.** Engenheiro químico, doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Chefe da Divisão de Capacitação em Acreditação Coordenação-Geral de Acreditação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Duque de Caxias, RJ – Brasil. E-mail: rkfermam@inmetro.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos estratégicos da Marinha do Brasil (MB) é negar o uso do mar a qualquer concentração de forças inimigas que se aproxime do Brasil por via marítima, devendo assim ser dotada de uma Força Naval submarina de envergadura, composta de submarinos convencionais e com propulsão nuclear, como assim estabelece a Estratégia Nacional de Defesa — END (BRASIL, 2013).

O desafio atual para o cumprimento dessa missão reside na aquisição da capacidade de projetar, construir e operar submarinos nucleares. Nesse sentido, foi criado o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) para a transferência de tecnologia e a aquisição de quatro submarinos convencionais e o casco de um submarino nuclear. O PROSUB veio a complementar o Programa Nuclear da Marinha (PNM), destinado a desenvolver uma planta nuclear para ser embarcada em um meio naval (MARINHA DO BRASIL, 2020). Essa planta nuclear deverá ser avaliada e verificada à luz do cumprimento das condições de segurança nuclear (CNEN, 2020).

A regulamentação de normas de segurança sobre materiais nucleares, no Brasil, é de competência da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), autarquia vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, conforme a Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974 (BRASIL, 1974). No entanto, essa competência não abrange o uso de materiais nucleares em situação de deslocamento permanente, como nos submarinos (AGÊNCIA SENADO, 2019). Face a essa lacuna, a atribuição por regular e fiscalizar meios navais com propulsão nuclear passou a ser do Comando da Marinha, conforme a Lei nº 13.976, de 7 de janeiro de 2020 (BRASIL, 2020b), transferindo da CNEN para o Comando da Marinha a competência para promover o licenciamento e a fiscalização dos meios navais com propulsão nuclear (BRASIL, 2020a).

Criada especificamente para esse fim, a Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade (AgNSNQ), entre outras atribuições, é a Organização Militar (OM) da MB que atuará como órgão regulador e licenciador de meios navais. Essa OM, atualmente, estrutura um arcabouço regulatório que contempla os aspectos navais e de segurança nuclear para empregar no licenciamento do Submarino Nuclear Brasileiro (SN-BR), tomando como referência as normas de órgãos regulatórios nacionais e internacionais, tais como a CNEN, a *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) e a Agência Internacional

de Energia Atômica — *International Atomic Energy Agency* (IAEA, 2019).

Relativo à IAEA, a norma GSR Part 2: *Leadership and Management for Safety* estabelece requisitos para o estabelecimento, a manutenção e a melhoria contínua para um sistema de gestão integrado (SGI), contemplando os escopos saúde, meio ambiente, segurança, qualidade, fatores humanos e organizacionais, elementos sociais e econômicos. Essa norma é aplicável a órgãos reguladores de segurança nuclear e instalações nucleares (IAEA, 2016a). As orientações, os princípios e as especificações elaboradas e disseminadas pela IAEA servem de parâmetros para os estados e suas autoridades, inclusive reguladores. Quando aplicados em conjunto, todos esses requisitos asseguram à instalação o nível de proteção adequada aos funcionários, à sociedade e ao meio ambiente contra riscos da radiação (IAEA, 2019).

O objetivo deste artigo foi identificar as principais normas para compor sistemas de gestão integrados a ser aplicada a operação de submarinos nucleares contemplando os requisitos de qualidade, meio ambiente, saúde e segurança ocupacional.

Este artigo está estruturado em seis seções. Após essa introdução, serão apresentados os conceitos relacionados em um referencial teórico; a terceira seção descreverá a metodologia empregada; na quarta seção, serão apresentados os resultados encontrados; na quinta seção, os resultados serão analisados; e na sexta seção, serão apresentadas as considerações finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. NORMALIZAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA

A normalização consiste na prescrição destinada à utilização voluntária, comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo em relação a problemas existentes ou potenciais visando que: produtos, projetos, processos, sistemas, pessoas, bem ou serviço atendam às suas finalidades, observando os aspectos de segurança (ABNT, 2014a).

O alcance geográfico, político ou econômico da normalização pode ser no âmbito: internacional, regional, nacional, empresarial e de associação (ABNT, 2014b).

A regulamentação técnica é a ação realizada por órgãos governamentais objetivando estabelecer características de um

produto ou dos processos e métodos de produção cuja observância é de caráter obrigatório (INMETRO, 2012).

Apesar de receberem a nomenclatura de “normas”, as publicações que orientarão: o projeto, a construção, a operação, a manutenção e o descomissionamento de meios navais com propulsão nuclear terão caráter obrigatório, assumindo, portanto, características de regulamentos técnicos. Essa terminologia é a preconizada pela MB.

## 2.2. SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADOS

Organizações que implementam sistemas de gestão isolados (*stand alone*) em seus aspectos de qualidade (por exemplo, ISO 9001), ambiental (por exemplo, ISO 14001), saúde e segurança ocupacional (ISO 45001), energia (ISO 50001) etc. ocorrem inevitavelmente em duplicação de esforços, resultando em confusão e perda de eficiência, além da perda de valor agregado desses sistemas para a organização (KYMAL; GRUSKA; REID, 2015).

A ideia principal de um SGI é reduzir a duplicação e aumentar a eficiência, aproveitando as semelhanças existentes entre as normativas que compõem esse sistema. Por meio de um SGI é possível gerir várias operações de uma organização por meio de um único sistema, evitando-se a duplicação de esforços para a organização, tanto no que diz respeito à documentação, ao controle de formulários, aos procedimentos etc. quanto em relação à dificuldade em garantir o alinhamento desses diferentes sistemas com a estratégia da empresa (POLTRONIERI; GEROLAMO; CARPINETTI, 2017). Adicionalmente, estima-se que a integração de sistemas reduz custos de implementação em 50% e de manutenção em 66% (KYMAL; GRUSKA; REID, 2015).

O SGI é mais do que apenas a justaposição de sistemas, ele nasce da união sinérgica desses sistemas, gerando algo maior do que cada um visto de forma isolada. Em sistemas integrados, o paradigma da simultaneidade, expresso na máxima atribuída a Aristóteles “o todo é maior que a soma de suas partes” (NASCIMENTO; TRENTINI, 2004), deve ser verificado como verdadeiro.

Um SGI pode produzir uma base para estruturação e desenvolvimento dos processos necessários ao direcionamento de todas as metas das organizações, as quais devem incluir a segurança, a saúde, o ambiente, a qualidade e a economia, entre outras responsabilidades sociais (IAEA, 2006a). O alcance dos requisitos das partes interessadas é o resultado

obtido pelas organizações por meio da utilização de SGI. Tais sistemas trazem prosperidade sustentável, tanto para organizações públicas quanto para organizações privadas. O sucesso na implementação de tais sistemas as leva à assimilação das diversas vertentes de sistemas de gestão, sendo as mais comuns: qualidade, meio ambiente, saúde e segurança ocupacional. A utilização de diversas vertentes de sistemas de gestão em uma mesma base processual denominou-se SGI (NEVES, 2007).

Segundo a IAEA (2006a), um sistema de gestão bem implementado deve ser capaz de suportar melhorias na cultura de segurança, alcançando o nível desejado de segurança. A IAEA apresenta guias que orientam a implementação de sistemas de gestão no intuito de gerir eficientes programas de segurança aos operadores, meio ambiente e sociedade, no que se refere a instalações nucleares (IAEA, 2006a).

## 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa, classificada como descritiva, baseou-se em uma pesquisa bibliográfica para obter dados secundários oriundos de artigos, teses e dissertações (GIL, 2017).

Em razão da escassez de pesquisa sobre o tema, utilizou-se como base de pesquisa o Google Acadêmico, que concentra um elevado número de produções científicas de diversas outras bases. Visando obter pesquisas que acompanham as recentes publicações de sistemas de gestão da IAEA, optou-se por um recorte temporal de 5 anos. A pesquisa foi realizada de 1º a 15 de março de 2020 com argumentos de busca compatíveis com o tema desta pesquisa, disponíveis na primeira coluna do Quadro 1. A partir da leitura primeiramente do título e, em seguida, do resumo, resultados foram pré-selecionados. Desses resultados, foram selecionados os que indicaram o funcionamento de forma integrada de normas, nacionais e internacionais, de qualidade, meio ambiente, saúde e segurança ocupacional para instalações nucleares ou submarinos nucleares.

O quantitativo desses resultados encontra-se na terceira coluna do Quadro 1. No, Quadro 2, compilaram-se os resultados dessa seleção final, e no Quadro 3, as normas indicadas pelos autores.

Após a análise dessas normas, identificaram-se como aplicáveis ao propósito deste artigo aquelas descritas nas considerações finais.

**Quadro 1. Resultados encontrados.**

| Argumento de busca   | Resultados encontrados | Resultados selecionados |
|--|------------------------|-------------------------|
| <i>“sistemas de gestão integrado” AND “requisitos” AND “licenciamento” AND “submarinos nucleares”</i>  | 0                      | 0                       |
| <i>“sistemas de gestão da qualidade” OR “sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional” OR “sistemas de gestão ambiental” AND “requisitos” AND “licenciamento” AND “submarinos nucleares”</i>  | 14                     | 1                       |
| <i>“sistemas de gestão da qualidade” OR “sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional” OR “sistemas de gestão ambiental” AND “requisitos” AND “licenciamento” AND “instalações nucleares”</i> | 139                    | 3                       |
| <i>“sistemas de gestão integrado” AND “requisitos” AND “licenciamento” AND “instalações nucleares”</i>   | 0                      | 0                       |
| <i>“integrated management systems” AND “requirements” AND “licensing” AND “nuclear submarines”</i>   | 0                      | 0                       |
| <i>“quality management systems” OR “occupational health and safety management systems” OR “environmental management systems” AND “requirements” AND “licensing” AND “nuclear submarines”</i>         | 104                    | 0                       |
| <i>“quality management systems” OR “occupational health and safety management systems” OR “environmental management systems” AND “requirements” AND “licensing” AND “nuclear facilities”</i>         | 928                    | 0                       |
| <i>“integrated management systems” AND “requirements” AND “licensing” AND “nuclear facilities”</i>   | 13                     | 0                       |

**Quadro 2. Resultados selecionados.**

| Autor(es)                | Ano  | Título  | Resumo  | Normas indicadas   |
|--------------------------|------|---|---|--|
| -Mattar, Patrícia Morais | 2017 | <i>Avaliação dos processos de análise de segurança do transporte de material radioativo realizados por um órgão regulador</i> | A pesquisa propôs melhorias para o processo de avaliação da análise de segurança do transporte de material radioativo realizado pelo órgão regulador brasileiro, à luz das normas da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). | <i>IAEA – SF-1: Fundamental Safety Principles</i><br><br><i>IAEA – SSR6: Specific Safety Requirements 6, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material</i><br><br><i>IAEA – TS-G-1.4: The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material</i><br><br><i>IAEA – TS-G-1.5: Safety Standards Series No.</i> |

Continua...

**Quadro 2. Continuação.**

| Autor(es)                       | Ano  | Título   | Resumo  | Normas indicadas   |
|---------------------------------|------|--|---|--|
| Salveti,<br>Tereza<br>Cristina  | 2017 | <i>Proposta para implantação de sistema de gestão integrado para unidade de tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação do empreendimento RMB</i> | A pesquisa levantou as leis, os regulamentos e as normas aplicáveis à gestão dos rejeitos radioativos gerados pelo Reator Multipropósito Brasileiro (RBM), apresentando uma proposta de sistema de gestão integrado (SGI) para esse tipo de empreendimento que forneça diretrizes para os documentos de licenciamento do RBM. | <p>CNEN NN 1.16: Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleolétricas e outras instalações</p> <p><i>IAEA – GS-R-3.3: The management system for the processing, handling and storage of radioactive waste</i></p> <p><i>IAEA – GSR Part 2: Leadership and management for safety</i></p> <p><i>BSI – PAS 99:2012: Specification of common management system requirements as a framework for integration</i></p> <p><i>BSI – OHSAS 18001:2007: Occupational Health and Safety Management System – Requirements</i></p> <p>ABNT – NBR ISO 9001:2015: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos</p> <p>ABNT – NBR ISO 14001:2015: Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos</p> <p><i>DOE/RW-0333P Revision 21: Quality Assurance Requirements and Description</i></p> |
| Campos,<br>Renato<br>Augusto de | 2019 | <i>Integração entre normas de gestão da qualidade em uma empresa fornecedora da cadeia nuclear</i>   | A pesquisa analisou os benefícios e as dificuldades na integração das normas CNEN NN 1.16 e ISO 9001:15, bem com as possíveis contribuições da norma ISO 19443 para a composição de um SGI em uma empresa fornecedora da cadeia nuclear.  | <p>CNEN NN 1.16: Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleolétricas e outras instalações</p> <p>ABNT – NBR ISO 9001:2015: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos</p> <p><i>ISO 19443:2018: Quality management systems – Specific requirements for the application of ISO 9001:2015 by organizations in the supply chain of the nuclear energy sector supplying products and services important to nuclear safety (ITNS)</i></p>   |
| Kibrit,<br>Eduardo              | 2019 | <i>Modelo de sistema de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores nucleares de pesquisa</i>  | Essa tese propõe um modelo de sistema de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores nucleares de pesquisa apoiado em quatro pilares da sustentabilidade: institucional, econômico, ambiental e social.   | <p>Modelo de Excelência da Gestão (MEG) em sua 21ª edição</p> <p><i>IAEA – SSR-3: Safety of Research Reactors</i></p> <p><i>IAEA – GS-R-3: The Management System for Facilities and Activities</i></p> <p><i>IAEA – GSR Part 2: Leadership and management for safety</i></p> <p><i>IAEA – NG-T-3.16: Strategic Planning for Research Reactors</i></p> <p><i>IAEA – SSG-22: Use of a Graded Approach in the Application of Safety Requirements for Research Reactors</i></p> <p>ABNT – NBR ISO 14001:2015: Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos</p> <p><i>BSI – PAS 99:2012: Specification of common management system requirements as a framework for integration</i></p>   |

**Quadro 3. Ocorrência e resumo das normas sugeridas pelos autores.**

| Normas (ocorrências)                   | Resumo   |
|--|--|
| IAEA – SF-1 (1)                        | Estabelece os dez princípios fundamentais de segurança nuclear para proteger as pessoas e o meio ambiente dos efeitos nocivos da radiação ionizante. É aplicável a qualquer tipo de instalação que produz riscos nucleares.  |
| IAEA – GSR Part 2 (2)                  | Estabelece requisitos que apoiam o terceiro princípio fundamental de segurança nuclear afeto ao estabelecimento, à manutenção e à melhoria contínua de um sistema de gestão integrado (SGI) contemplando segurança, um sistema de gestão que integre: segurança, saúde, meio ambiente, qualidade, fatores humanos e organizacionais, elementos sociais e econômicos.     |
| IAEA – SSR-6 (1)                       | Estabelece requisitos de segurança da Agência Internacional de Energia Atômica ( <i>International Atomic Energy Agency – IAEA</i> ) para o transporte seguro de material radioativo. Os regulamentos SSR-6 aplicam-se ao transporte de material radioativo por todos os modos em terra, água ou ar, incluindo transporte que é incidental ao uso do material radioativo. |
| IAEA – TS-G-1.4 (1)                    | Esse guia estabelece orientações às organizações que estão desenvolvendo, implementando ou avaliando um sistema de gestão de atividades relacionadas ao transporte de material radioativo.   |
| IAEA – TS-G-1.5 (1)                    | Esse guia estabelece orientações para as autoridades competentes no desenvolvimento de programas de garantia de conformidade relativos ao transporte de material radioativo. Ele também fornece orientação aos solicitantes, licenciados e organizações operacionais para suas interações com as autoridades reguladoras.  |
| IAEA – SSR-3 (1)                       | Estabelece requisitos de segurança para todas as principais áreas de segurança dos reatores de pesquisa, com ênfase especial nos requisitos de projeto e operação.   |
| IAEA – GS-R-3 (1)                      | Estabelece requisitos para todas as principais áreas de segurança dos reatores de pesquisa, com ênfase especial nos requisitos de projeto e operação.  |
| IAEA – NG-T-3.16 (1)                   | Estabelece orientações para desenvolver e implementar um plano estratégico para um novo projeto de reator de pesquisa.   |
| IAEA – SSG-22 (1)                      | Estabelece recomendações para cumprir os requisitos de segurança para reatores de pesquisa, Série de normas de segurança da IAEA nº NS-R-4.  |
| IAEA – GS-R-3.3 (1)                    | Esse guia estabelece orientações para o desenvolvimento e a implementação de sistemas de gestão para o pré-tratamento, o tratamento, o condicionamento e o armazenamento de rejeitos radioativos.  |
| DOE/RW-0333P<br><i>Revision 21</i> (1) | Programa de garantia da qualidade aplicável a estruturas, sistemas e componentes (SSCs) importantes para a segurança (ITS) para o projeto e o detalhamento de barreiras importantes ao isolamento de resíduos (ITWI) e às atividades relacionadas.   |
| BSI – PAS 99:2012 (2)                  | Estabelece requisitos para sistemas de gestão integrados contemplando os principais sistemas de gestão certificáveis.  |
| BSI – OHSAS<br>18001:2007 (1)          | Estabelece estrutura e requisitos para um sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional (OHS).  |
| ISO 19443:2018 (1)                     | Estabelece requisitos de sistemas de gestão da qualidade específicos para organizações da cadeia de suprimentos do setor de energia nuclear que fornecem produtos e serviços importantes para a segurança nuclear (ITNS).  |
| ABNT – NBR ISO<br>9001:2015 (2)        | Estabelece requisitos para um sistema de gestão da qualidade quando uma organização necessita demonstrar sua capacidade para prover consistentemente produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis.  |
| ABNT – NBR ISO<br>14001:2015 (2)       | Estabelece requisitos para um sistema de gestão ambiental aplicável a organizações que buscam gerir sistematicamente suas responsabilidades ambientais de forma sustentável.   |

Continua...

### Quadro 3. Continuação.

| Normas (ocorrências) | Resumo   |
|----------------------|--|
| CNEN NN 1.16 (2)     | Estabelece os requisitos para o estabelecimento e a implementação de sistemas de garantia da qualidade de usinas nucleoeletricas, instalações nucleares e, conforme aplicável, instalações radiativas. Além disso, ela determina a forma segundo a qual os Programas de Garantia da Qualidade devem ser preparados e submetidos à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); |
| MEG 21ª edição (1)   | Estabelece um modelo sistêmico de melhoria contínua inspirado no ciclo do PDCL ( <i>Plan, Do, Check, Learn</i> ) adaptável a qualquer tipo de organização, permitindo adequar suas práticas de gestão, respeitando a cultura existente.  |

## 4. RESULTADOS

Os resultados da pesquisa realizada são evidenciados em três quadros (Quadro 1, Quadro 2 e Quadro 3). O Quadro 1 apresenta os argumentos de busca, os resultados encontrados e os resultados selecionados. Por sua vez, o Quadro 2 apresenta os autores, os anos, os títulos, os resumos e as normas indicadas. Por fim, o Quadro 3 mostra o resumo de cada norma selecionada.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nos resultados, foram selecionadas 17 normas de diversas organizações normalizadoras: 9 da IAEA, 3 da Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization* — ISO), 2 da *British Standards Institution* (BSI), 1 do *Department of Energy* (DOE), 1 da CNEN e 1 da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ). O elevado número de normas da IAEA pode ser atribuído ao arcabouço extenso e interdisciplinar mantido por essa agência internacional.

Observou-se a predominância de normas voltadas a sistemas de gestão da qualidade ou de garantia da qualidade, excetuando-se as normas IAEA – GSR Part 2 e BSI – PAS 99:2012 (voltadas para a estruturação de SGI). Por estabelecer os princípios fundamentais de segurança nuclear, é seguro afirmar que a IAEA – SF-1 é a base para as oito outras normas desse normalizador. As normas IAEA – SSR-6, IAEA – TS-G-1.4 e IAEA – TS-G-1.5 estabelecem requisitos para sistemas de garantia da qualidade aplicados ao transporte de material radioativo. As normas IAEA – SSR-3, IAEA – GS-R-3, IAEA – NG-T-3.16 e IAEA – SSG-22

estabelecem requisitos de segurança aplicados ao projeto e à operação de reatores de pesquisa. As normas IAEA – GS-R-3.3 e DOE/RW-0333P estabelecem requisitos aplicáveis à gestão de rejeitos radioativos. Entre as normas selecionadas, apenas uma é dedicada a requisitos de meio ambiente (ABNT – NBR ISO 14001:2015) e uma, a requisitos de saúde e segurança ocupacional (BSI – OHSAS 18001:2007). A MEG 21ª edição estabelece um conjunto de requisitos que descrevem um modelo de excelência em gestão com requisitos além dos normalmente encontrados em sistemas de gestão. As normas IAEA – GSR Part 2, BSI – PAS 99:2012, ABNT – NBR ISO 9001:2015, ABNT – NBR ISO 14001:2015 e CNEN NN 1.16 foram citadas por mais de um autor.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando-se o conteúdo das normas encontradas, para servir de *ball* de requisitos para comparação e extração de possíveis superposições, identificaram-se como normas que se aplicam ao propósito deste estudo: IAEA – GSR Part 2, BSI – PAS 99:2012, CNEN NN 1.16 e ABNT – NBR ISO 9001:2015 (para se obter uma estrutura de requisitos sistêmica, que proporcione a integração e o direcionamento a instalações nucleares); ABNT – NBR ISO 14001:2015 e BSI – OHSAS 18001:2007 (por serem referências em suas vertentes: meio ambiente e saúde e segurança ocupacional). Não foram identificadas como aplicáveis as normas: IAEA – SF-1 (em razão de sua diluição de requisitos aplicáveis nas demais normas da IAEA), IAEA – SSR-6, IAEA – TS-G-1.4, IAEA – TS-G-1.5, IAEA – GS-R-3.3, DOE/RW-0333P, IAEA – SSR-3, IAEA – NG-T-3.16, IAEA – SSG-22 e ISO 19443

(por estabelecerem requisitos de gestão já contemplados pelas normas identificadas como aplicáveis e requisitos específicos para: transporte de materiais e rejeitos radiativos, fornecedores da cadeia de suprimentos do setor nuclear e reatores de pesquisa, tarefas que não se espera serem desempenhadas pela tripulação do SN-BR). A norma IAEA – GS-R-3 foi descartada por ter sido revogada pela IAEA – GSR Part 2,

por extrapolar requisitos comuns de sistemas de gestão e por não ser integrável com as demais normas identificadas como aplicáveis; a norma MEG 21ª edição também foi descartada.

Trabalhos futuros podem abordar a comparação e a exclusão de requisitos das normas identificadas como aplicáveis a fim de estabelecer a estrutura de requisitos adequada para a elaboração da norma da AgNSNQ.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA SENADO. Marinha deve licenciar embarcações com combustível nuclear, decide CCT. *Senado Notícias*, 2019. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/10/09/marinha-deve-licenciar-embarcacoes-com-combustivel-nuclear-decide-cct>. Acesso em: 1º maio 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 14001: Sistemas de gestão da ambiental - Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Normalização: Definição*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014a. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>. Acesso em: 1º maio 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Normalização: Níveis de Normalização*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014b. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/niveis-de-normalizacao>. Acesso em: 1º maio 2020.
- BRASIL. *Decreto Legislativo nº 373, de setembro de 2013*. Política Nacional de Defesa, a Estratégia Nacional de Defesa e o Livro Branco de Defesa Nacional. Brasília, 2013.
- BRASIL. Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. *Portal*. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dgdntm/node/49>. Acesso em: 15 mar. 2020a.
- BRASIL. *Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974*. Altera a Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, e a Lei nº 5.740, de 1º de dezembro de 1971, que criaram, respectivamente, a comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - CBTN, que passa a denominar-se Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS, e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, [2021]. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-6189-16-dezembro-1974-357466-norma-pl.html>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- BRASIL. *Lei nº 13.976, de 7 de janeiro de 2020*. Altera a Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974. Brasília: Presidência da República, 2020b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>
- civil\_03/\_ato2019-2022/2020/lei/L13976.htm. Acesso em: 20 mar. 2020.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). *BSI - OHSAS 18001*. Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional. Londres: BSI, 2007.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). *BSI - PAS 99*. Specification of common management system requirements as a framework for integration. Londres: BSI, 2012.
- CAMPOS, R.A. *Integração entre normas de gestão da qualidade em uma empresa fornecedora da cadeia nuclear*. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2019.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). *CNEN NN 1.16*. Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletrônicas e outras instalações. Rio de Janeiro: CNEN, 2000.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). *Glossário do Setor Nuclear e Radiológico Brasileiro*. Rio de Janeiro: CNEN, 2020. Disponível em: <http://appasp.cnem.gov.br/seguranca/normas/pdf/glossario.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- FUNDAMENTO NACIONAL DA QUALIDADE (FNQ). *MEG: Guia de referência da gestão para excelência*. 21. ed. São Paulo: FNQ, 2016.
- GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 173 p.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *GS-G-3.1*. Application of the management system for facilities and activities: Safety Guide. Viena: IAEA, 2006a.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *GS-R-3: The Management System for Facilities and Activities*. Viena: IAEA, 2006b.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *GS-R-3.3: The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste*. Viena: IAEA, 2008a.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *GSR Part 2: Leadership and Management for Safety*. Viena: IAEA, 2016a.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *Management systems for nuclear facilities*. IAEA, 2019. Disponível em: <https://www.iaea.org/topics/management-systems>. Acesso em: 1º maio 2020.



- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *NG-7-3.16: Strategic Planning for Research Reactors*. Viena: IAEA, 2017.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *SSR-3: Safety of Research Reactors*. Viena: IAEA, 2016b.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *SSR-6. Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*. Viena: IAEA, 2018.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *SSG-22: Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors*. Viena: IAEA, 2012.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *TS-G-1.4: The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material*. Viena: IAEA, 2008b.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *TS-G-1.5: Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material*. Viena: IAEA, 2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). *Articulação Internacional: Definições de Regulamento Técnico, Norma e Procedimento de Avaliação da Conformidade*. Brasil: INMETRO, 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/definicoes.asp>. Acesso em: 1 maio 2020.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION (ISO). *ISO 19443. Quality management systems — Specific requirements for the application of ISO 9001:2015 by organizations in the supply chain of the nuclear energy sector supplying products and services important to nuclear safety (ITNS)*. Genova: ISO, 2018.
- KIBRIT, Eduardo. *Modelo de sistema de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores nucleares de pesquisa*. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- KYMAL, C.; GRUSKA, G.; REID, R.D. *Integrated Management Systems: QMS, EMS, OHSMS, FSMS including Aerospace, Service, Semiconductor/ Electronics, Automotive, and Food*. Milwaukee: Quality Press, 2015.
- MARINHA DO BRASIL. *Programas Estratégicos da Marinha*. Brasília: Marinha do Brasil, dez. 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programas-estrategicos/prosub>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- MATTAR, Patricia Morais. *Avaliação dos processos de análise de segurança do transporte de material radioativo realizados por um órgão regulador*. 2017. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.
- NASCIMENTO, E.R.P.; TRENTINI, M. O cuidado de enfermagem na unidade de terapia intensiva (UTI): teoria humanística de Paterson e Zderad. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 250-257, abr. 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11692004000200015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692004000200015&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 28 abr. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692004000200015>
- NEVES, L. Sistemas de gestão integrados. *Segurança e Qualidade Alimentar*, v. 2, p. 30-31, 2007.
- POLTRONIERI, C.F.; GEROLAMO, M.C.; CARPINETTI, L.C.R. An instrument for the assessment of management systems integration. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 24, n. 4, p. 638-652, dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x1697-14>
- SALVETTI, T.C. *Proposta para implantação de sistema de gestão integrado para unidade de tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação do empreendimento RMB*. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.