

INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
IEN

ELLEN DE OLIVEIRA SILVA

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA PERDA DE
CONHECIMENTO INDIVIDUAL NO ÓRGÃO REGULADOR
BRASILEIRO SEGUNDO O IAEA SERVICES SERIES NG-G-
3.1**

RIO DE JANEIRO
ABRIL 2024

ELLEN DE OLIVEIRA SILVA

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA PERDA DE
CONHECIMENTO INDIVIDUAL NO ÓRGÃO REGULADOR
BRASILEIRO SEGUNDO O IAEA SERVICES SERIES NG-G-**

3.1

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Nucleares do Instituto de Engenharia Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Nucleares.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Artur Pinheiro Palma

RIO DE JANEIRO
ABRIL 2024

SILV Silva, Ellen de Oliveira

Avaliação quantitativa da perda de conhecimento individual no órgão regulador brasileiro segundo o IAEA Services Series NG-G-3.1/ Ellen de Oliveira Silva. – Rio de Janeiro: CNEN/IEN, 2024.

76 fls.; 31 cm.

Orientador: Daniel Artur Pinheiro Palma

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Engenharia Nuclear, PPGIEN, 2024.

1.Programa Nuclear. 2. Infraestrutura Nuclear. 3.Gerenciamento do Conhecimento. 4. Fatores de Atrito.

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA PERDA DE
CONHECIMENTO INDIVIDUAL NO ÓRGÃO REGULADOR
BRASILEIRO SEGUNDO O IAEA SERVICES SERIES NG-G-
3.1**

ELLEN DE OLIVEIRA SILVA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEARES DO INSTITUTO DE
ENGENHARIA NUCLEAR DA COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA
NUCLEAR COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
NUCLEARES

Aprovada por:

Prof. Daniel Artur Pinheiro Palma (Orientador) – CNEN

Prof^a. Luciana Carvalheira (Membro Interno) – IEN/CNEN

Prof^a. Anna Letícia Barbosa de Sousa (Membro Externo) – CNEN

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
ABRIL 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todas as pessoas que contribuíram para a realização desta dissertação.

Em primeiro lugar, expresso minha gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Artur Pinheiro Palma, pelo apoio, orientação e incentivo ao longo deste trabalho.

Agradeço também aos professores, colegas e amigos que compartilharam seus conhecimentos e experiências, enriquecendo assim este estudo.

Não posso deixar de agradecer à minha família, pelo amor, compreensão e apoio incondicional.

Por fim, expresso minha gratidão a todas as fontes de financiamento e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho.

Muito obrigado a todos.

“Nada na vida deve ser temido, é apenas para ser entendido. Agora é a hora de entender mais,
para que possamos ter menos medo.”

Marie Curie

RESUMO

Um programa nuclear deve ser baseado no compromisso de usar a energia nuclear de forma segura e pacífica além de ser um empreendimento importante, intensivo em capital e que requer planejamento, preparação e investimento em tempo, instituições e recursos humanos. Ademais, para introduzir a energia nuclear em uma nação, uma ampla gama de questões de infraestrutura precisa ser considerada. A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) por meio do documento IAEA SERVICES SERIES NG-G-3.1 introduziu um sistema de marcos para o desenvolvimento de infraestrutura nacional para adoção de energia nuclear que elenca dezenove áreas de interesse e no qual o Brasil pode ser considerado um país cujo programa nuclear encontra-se em expansão. O objetivo desse trabalho é avaliar quantitativamente a situação da perda individual de conhecimento no setor de avaliação de segurança do órgão regulador brasileiro considerando o conceito de fatores de atrito e a opinião de especialista. Os resultados obtidos mostram que ações devem ser tomadas no sentido de melhorar o gerenciamento do conhecimento nuclear e aumentar a captação de recursos humanos para o setor.

Palavras-Chave: Programa Nuclear; Infraestrutura Nuclear; Gerenciamento do Conhecimento; Fatores de Atrito.

ABSTRACT

A nuclear program must be based on a commitment to the safe and peaceful use of nuclear energy and is a major, capital-intensive undertaking that requires planning, preparation and investment in time, institutions and human resources. Furthermore, in order to introduce nuclear energy to a nation, a wide range of infrastructure issues need to be considered. The International Atomic Energy Agency (IAEA) through the document IAEA SERVICES SERIES NG-G-3.1 introduced a system of milestones for the development of national infrastructure for the adoption of nuclear energy that lists nineteen areas of interest and in which Brazil can be considered a country whose nuclear program is expanding. The aim of this work is to quantitatively assess the situation of individual knowledge loss in the safety assessment sector of the Brazilian regulatory body, taking into account the concept of friction factors and expert opinion. The results show that actions should be taken to improve the management of nuclear knowledge and increase the attraction of human resources to the sector.

Keywords: Nuclear Program; Nuclear Infrastructure; Knowledge Management; Friction Factors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espiral do conhecimento	23
Figura 2 – Mapa conceitual do Gerenciamento do Conhecimento	28
Figura 3 – Transferência e retenção do conhecimento (T&RC)	37
Figura 4 – Exemplo de Mapa do Conhecimento	38
Figura 5 – Sede CNEN	43
Figura 6 – Distribuição das unidades da CNEN no território brasileiro	44
Figura 7 – Organograma CNEN	45
Figura 8 – Laboratório de Poços de Caldas – LAPOC	47
Figura 9 – Processo de avaliação de perda de competência organizacional	50
Figura 10 – Exemplo de Mapeamento de Competências Organizacionais	51
Figura 11 – Exemplo de uma Matriz de Competência em Risco de uma unidade organizacional	52
Equação 1 – Fator de Risco Total (FRT)	55
Figura 12 – Quantitativo de especialistas ativos na CODRE	58
Figura 13 – Fator de Risco Total (FRT) – CODRE	59
Figura 14 – Especialistas x Fator de Risco Total (FRT) – SEASE - CODRE	68
Figura 15 – Fator de Risco Total (FRT) – CODRE	69
Figura 16 – Fator de Risco Total (FRT) – LAPOC	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Métodos e ferramentas de preservação do conhecimento	39
Tabela 2 – Critérios de Fator de Risco de Atrito (FRA)	53
Tabela 3 – Critérios de Fator de Risco de Posição (FRP)	54
Tabela 4 – Fator de Risco Total (FRT)	55
Tabela 5 – Exemplo do Cálculo do Fator de Risco Total (FRT)	55
Tabela 6 – Fator de Risco Total (FRT) – CODRE	59
Tabela 7 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2011.....	60
Tabela 8 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2012.....	61
Tabela 9 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2013.....	61
Tabela 10 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2014.....	62
Tabela 11 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2015.....	63
Tabela 12 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2016.....	64
Tabela 13 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2017.....	64
Tabela 14 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2018.....	65
Tabela 15 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2019.....	66
Tabela 16 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2020.....	66
Tabela 17 – Especialistas e área do conhecimento SEASE 2021.....	67
Tabela 18 – Fator de Risco Total (FRT) – SEASE – CODRE	68
Tabela 19 – Servidores LAPOC	70
Tabela 20 – Prioridade FRT – LAPOC	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IAEA	- Agência Internacional de Energia Atômica
CODRE	- Coordenação de Reatores
LAPOC	- Laboratório de Poços de Caldas
CNEN	- Comissão Nacional de Energia Nuclear
P&D	- Pesquisa e Desenvolvimento
GC	- Gestão do Conhecimento
NEPIO	- Organização Implementadora do Programa de Energia Nuclear
GCN	- Gestão do Conhecimento Nuclear
RH	- Recursos Humanos
GRPC	- Gestão de Risco da Perda do Conhecimento
MCTI	- Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação
DGI	- Diretoria de Gestão Institucional
DPD	- Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
DRS	- Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear
ESBRA	- Escritório de Representação em Brasília
DIANG	- Posto Distrital Angra dos Reis
DICAE	- Posto Distrital Caetité
DIFOR	- Posto Distrital Fortaleza
DISRES	- Posto Distrital Resende
CRCN-NE	- Centro Regional de Ciências Nucleares – Nordeste
CRCN-CO	- Centro Regional de Ciências Nucleares – Centro-Oeste
SEASE	- Divisão de Avaliação de Segurança
SEEMA	- Serviço de Ensaios e Materiais
SESER	- Serviço de Proteção Radiológica
PSA	- Avaliação Probabilística de Segurança
ARCP	- Avaliação individual do Risco da Perda do Conhecimento
FRA	- Fator de Risco de Atrito
FRP	- Fator de Risco de Posição ou Cargo
FRT	- Fator de Risco Total
ICTP	- Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam
GTGC	- Grupo de Trabalho de Gestão do Conhecimento
ISO	- Organização Internacional de Normatização
KMS	- Sistemas de Gestão do Conhecimento

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA DA DISSERTAÇÃO	13
1.2 OBJETIVOS	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 ESTRUTURA	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O QUE É CONHECIMENTO?.....	17
2.1.1 Conhecimento Crítico	18
2.1.2 Conhecimento Explícito.....	18
2.1.3 Conhecimento Tácito	19
2.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO	21
2.2.1 Definição de gestão do conhecimento.....	21
2.2.2 Gerenciamento do conhecimento	26
2.2.3 O Mapa do Conhecimento e sua importância no Gerenciamento do Conhecimento.....	28
2.3 GESTÃO DO CONHECIMENTO NUCLEAR.....	30
3 CONHECENDO OS SETORES AVALIADOS.....	41
3.1 COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – CNEN.....	41
3.2 COORDENAÇÃO DE REATORES – CODRE.....	44
3.3 LABORATÓRIO DE POÇOS DE CALDAS - LAPOC	45
4 METODOLOGIA	47
4.1 AVALIAÇÃO DE RISCO DE PERDA DE COMPETÊNCIA ORGANIZACIONAL	48
4.2 AVALIAÇÃO DE RISCO DA PERDA DO CONHECIMENTO INDIVIDUAL	51
4.2.1 Fator de Risco de Atrito (FRA) e Fator de Risco de Posição (FRP).....	52
4.2.2 Fator de Risco Total (FRT)	54
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	56
5.1 COORDENAÇÃO DE REATORES - CODRE	57
5.2 LABORATÓRIO DE POÇOS DE CALDAS - LAPOC	68
6 CONCLUSÃO	73
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1 INTRODUÇÃO

No primeiro capítulo deste manuscrito serão apresentados o tema da presente dissertação, seus objetivos, justificativas bem como sua estrutura.

1.1 TEMA DA DISSERTAÇÃO

Dentre diferentes outras atividades, a Agência Internacional de Energia Atômica (*International Atomic Energy Agency - IAEA*) promove o intercâmbio de informações científicas e técnicas sobre os usos pacíficos da energia atômica. As publicações da Série de Energia Nuclear da IAEA fornecem informações nas áreas de energia nuclear, ciclo do combustível nuclear, gestão e descomissionamento de resíduos radioativos e sobre questões que são relevantes a todas as áreas citadas. A Série Energia Nuclear da IAEA contempla três níveis: 1 – Princípios e Objetivos Básicos; 2 – Guias; 3 – Relatórios Técnicos.

A publicação dos Princípios Básicos descreve a lógica e visão para usos pacíficos da energia nuclear. Já as publicações dos Objetivos da Série de Energia Nuclear explicam as expectativas a cumprir em várias áreas e em diferentes fases de implementação. Os Guias fornecem orientações de alto nível sobre como atingir os objetivos relacionados aos vários tópicos e áreas que envolvam os usos pacíficos da energia nuclear. Já os Relatórios Técnicos fornecem informações adicionais e mais detalhadas sobre as atividades relacionadas às várias áreas tratadas na Série Energia Nuclear da IAEA.

A Série de Energia Nuclear da IAEA N° NG-G-3.1 chamado *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power* (marcos do desenvolvimento de uma infraestrutura nacional para energia nuclear), que será objeto dessa dissertação, destina-se a fornecer orientações para o benefício daqueles que iniciam tais programas, com base em instrumentos jurídicos internacionais relevantes, normas de segurança da IAEA e publicações e documentos de orientação, bem como a experiência de boas práticas de países que possuam usinas nucleares em operação.

Nesse guia, são apresentadas 19 questões de infraestrutura para que um programa de energia nuclear seja bem-sucedido. A atenção insuficiente de qualquer um deles, pode implicar na segurança, levar a atrasos ou até mesmo ao fracasso do projeto.

Uma usina nuclear, desde a construção, operação, desmantelamento e eliminação dos resíduos, tem um compromisso da ordem de 100 anos. O tempo desde a consideração inicial da opção da energia nuclear por um país até a operação da sua primeira usina é de cerca de 10 a 15 anos.

O guia NG-G-3.1 define os marcos do desenvolvimento da infraestrutura necessária para a introdução da energia nuclear, e fornece orientações sobre as atividades que precisam ser realizadas antes de cada marco. A publicação também abrange tanto a infraestrutura “*hard*” (ou seja, rede elétrica e locais etc.), quanto a infraestrutura “*soft*” (ou seja, lei nuclear, regulamentos, treinamento etc.) necessários para a implementação e o sucesso de um programa nuclear. É voltado principalmente para tomadores de decisão, consultores e gerentes do governo, indústria e órgãos reguladores em um país interessado em iniciar a energia nuclear. O guia destina-se a ajudar a um país a planejar as etapas necessárias para desenvolver uma infraestrutura nacional de energia elétrica e avaliar seu progresso.

O ponto de interesse da presente dissertação é a formação de um programa de gestão do conhecimento nuclear e sua implementação dentro de uma instalação nuclear. A AIEA reconhece que é necessário focar na implementação de uma metodologia de gestão de risco de perda de conhecimento para garantir que os programas de preservação e transferência de conhecimento sejam levados em consideração ao longo das diferentes fases do processo de um projeto nuclear, ou seja, que para todas as fases possíveis do ciclo de vida de uma usina nuclear, a gestão do conhecimento e a transferência do conhecimento de uma fase para outra precisam ser cuidadosamente planejado e executado.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho é avaliar a situação da perda individual de conhecimento nos setores do órgão regulador brasileiro, considerando o conceito de fatores de atrito.

Já os objetivos específicos são:

- a) Mostrar, de forma quantitativa, que o conhecimento adquirido por cada especialista ativo que trabalha na Coordenação de Reatores (CODRE) entre os anos de 2011 e 2021 e, no Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC) entre os anos de 2018 e 2021 da CNEN estão se perdendo;
- b) Apresentar uma metodologia para quantificar o risco de perda do conhecimento nos dois setores do órgão regulador;

1.3 JUSTIFICATIVA

Uma força de trabalho experiente e qualificada é um elemento essencial na implementação e operação segura de todas as instalações nucleares, bem como na tecnologia nuclear e na Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). É reconhecido que as instalações nucleares em funcionamento enfrentam um desafio com a perda de trabalhadores experientes, de seu conhecimento e das habilidades que estes possuem. E essa perda de especialistas-chaves não é apenas uma preocupação no setor nuclear, mas também em outras áreas da engenharia tais como as Engenharias mecânica, química, civil, instrumentação e controle. Há uma grande necessidade de educação e treinamento de novos funcionários, o que gera custos e atrasos de forma geral.

O foco fundamental dessa dissertação será avaliar a situação da perda individual de conhecimento no setor de avaliação de segurança da Coordenação de Reatores (CODRE) entre os anos de 2011 e 2021 e do Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC), entre os anos de 2018 e 2021, da CNEN, considerando o conceito de fatores de atrito, que serão a ferramenta de estudo do trabalho.

1.4 ESTRUTURA

Essa dissertação está organizada em 6 capítulos. Após a essa introdução, o capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, onde abordaremos conceitos básicos relacionados à gestão do conhecimento, ao conhecimento nuclear e sua gestão e o relatório técnico da AIEA N° NG-T-6.11. Em seguida, no capítulo 3 iremos conhecer os setores da CNEN que serão avaliados. Já no capítulo 4, descreve a metodologia utilizada desenvolvimento do trabalho. No capítulo 5 será detalhado a análise e discussão dos resultados obtidos nas avaliações nos setores escolhidos e o capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta conceitos-chave para orientar este estudo com base em recursos bibliográficos relacionados ao tema da dissertação. Vamos começar com a definição de conhecimento e posteriormente sua gestão. Também, vamos descrever especificamente sobre a gestão do conhecimento nuclear, onde o guia IAEA Services Series NG-G-3.1 será utilizado como documento norteador.

2.1 O QUE É CONHECIMENTO?

O conhecimento pode ser definido como a compreensão, a consciência ou a informação adquirida através do estudo, da experiência ou da observação. É o conjunto de fatos, conceitos, ideias e habilidades que uma pessoa adquire ao longo da vida e que influencia sua maneira de pensar, agir e interagir com o mundo ao seu redor. Já a sabedoria está no modo como aplicamos o conhecimento que aprendemos ao longo da vida.

O conhecimento pode ser dividido em diferentes categorias, como conhecimento factual (conhecimento de fatos e informações objetivas), conhecimento teórico (conhecimento de princípios, teorias e modelos), conhecimento prático (conhecimento de como fazer algo), conhecimento experiencial (conhecimento baseado em experiências pessoais) e conhecimento tácito (conhecimento implícito e difícil de ser articulado).

Além disso, o conhecimento também pode ser classificado como conhecimento geral (amplo e abrangente) ou conhecimento especializado (focado e específico em uma área ou domínio particular). É importante ressaltar que o conhecimento não é estático e está em constante evolução. Novas descobertas, pesquisas e experiências podem levar a uma expansão e revisão do conhecimento existente.

De acordo com Barbalho et al. (2021), estudos mostram que conhecimento é toda informação em ação efetiva focada em resultados, ou seja, ato de perceber ou compreender por meio da razão e/ou da experiência. O conhecimento pode ser classificado como explícitos ou tácitos (sendo esse o mais difícil de capturar). Já o conhecimento crítico é todo conhecimento relevante para a execução da estratégia de uma empresa, seja ela pública ou privada.

2.1.1 Conhecimento Crítico

O termo "conhecimento crítico" pode ter diferentes interpretações dependendo do contexto em que é utilizado. No entanto, geralmente se refere ao conhecimento que envolve uma avaliação, análise e reflexão crítica sobre informações, ideias, teorias ou práticas.

O conhecimento crítico envolve a capacidade de questionar, analisar e avaliar de forma rigorosa o conhecimento existente, buscando compreender seus fundamentos, implicações e possíveis limitações. Ele se baseia no pensamento crítico, que envolve uma abordagem analítica e reflexiva em relação ao conhecimento.

Uma pessoa com conhecimento crítico é capaz de avaliar diferentes perspectivas, identificar preconceitos ou suposições implícitas, detectar inconsistências lógicas e aplicar um julgamento fundamentado em evidências e argumentos sólidos. Esse tipo de conhecimento permite uma compreensão mais profunda e uma visão mais informada sobre um determinado assunto.

O conhecimento crítico é extremamente importante em nossa sociedade atual, pois vivemos em um mundo cada vez mais complexo e diversificado, onde as informações são abundantes e nem sempre confiáveis. Nesse contexto, é fundamental que os indivíduos desenvolvam habilidades para fazer uma leitura crítica das informações à sua disposição, evitando assim serem manipulados ou enganados. Além disso, esse tipo de conhecimento permite ao indivíduo questionar as verdades estabelecidas, o que pode levar a novos *insights* e descobertas, e contribuir para a melhoria da sociedade como um todo.

Sendo assim, o conhecimento crítico pode ser aplicado em diversas áreas, como ciências, filosofia, literatura, política, economia, entre outras. Ele estimula a capacidade de fazer perguntas, de desafiar ideias estabelecidas e de buscar uma compreensão mais completa e precisa do mundo.

2.1.2 Conhecimento Explícito

Segundo Takeuchi e Nonaka (2008), conhecimento explícito pode ser expresso por palavras, números ou sons, e compartilhado na forma de dados, fórmulas científicas, especificações de produtos ou manuais. Esse conhecimento pode ser rapidamente transmitido aos indivíduos. É o conhecimento que pode ser articulado, documentado e transmitido de forma clara e formalizada.

O conhecimento explícito é geralmente encontrado em forma de informações, fatos, teorias, conceitos, procedimentos e diretrizes. É o tipo de conhecimento que pode ser ensinado em sala de aula, aprendido por meio de manuais de instruções ou acessado em bibliotecas e recursos online.

Uma das vantagens do conhecimento explícito é que ele pode ser facilmente registrado e transferido entre pessoas e organizações, permitindo a acumulação e a disseminação do conhecimento de forma eficiente. No entanto, ele também tem algumas limitações, pois nem todo conhecimento pode ser explicitado ou formalizado completamente. Há conhecimentos implícitos, práticos ou baseados na experiência que são difíceis de articular de forma explícita.

2.1.3 Conhecimento Tácito

Já o conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, está profundamente enraizado nas ações e nas experiências do indivíduo. Esse tipo de conhecimento tem duas dimensões: a dimensão técnica (*know-how*) que engloba as habilidades informais e de difícil detecção, e a dimensão cognitiva, que consiste em crenças, percepções, ideias, valores, emoções e modelos mentais (Takeuchi e Nonaka, 2008). Diferente do conhecimento explícito, o conhecimento tácito é pessoal e subjetivo, muitas vezes difícil de ser comunicado ou compartilhado de forma direta.

Algumas características do conhecimento tácito incluem: o conhecimento tácito é pessoal e subjetivo; ele é difícil de ser transferido para outras pessoas; é adquirido através da experiência, prática e observação; é difícil de ser formalizado e transformado em conhecimento explícito; é muitas vezes inconsciente, as pessoas não têm consciência do que sabem.

Esse tipo de conhecimento está enraizado nas ações, práticas e no "saber-fazer" das pessoas. Ele é adquirido ao longo do tempo através da experiência prática, da observação e da imersão em um determinado contexto. O conhecimento tácito está ligado às habilidades motoras, à compreensão intuitiva de situações complexas e ao conhecimento não verbal.

Por exemplo, um músico experiente pode ter um conhecimento tácito sobre como tocar um instrumento musical de forma fluente, mas pode ser difícil para ele explicar verbalmente todas as nuances e sutilezas envolvidas. Da mesma forma, um artesão habilidoso pode ter um conhecimento tácito sobre como criar uma peça de arte, mas pode ser desafiador para ele transmitir todo o seu conhecimento de maneira explícita.

O conhecimento tácito é altamente pessoal e individual, sendo construído ao longo do tempo e enraizado nas experiências individuais de cada pessoa. Embora possa ser difícil de ser compartilhado diretamente, o conhecimento tácito pode ser transferido por meio de interações, observação, mentoria e práticas colaborativas, permitindo que outros aprendam e assimilem esse conhecimento implícito de maneira mais indireta.

Perazzo Filho (2009) acredita que a ideia de conhecimento tácito não está restrita apenas a habilidades motoras, técnicas ou corporais, mas também a elementos cognitivos como modelos mentais (esquemas, paradigmas, perspectivas, crenças e pontos de vista).

Para Takeuchi e Nonaka (2008), o conhecimento tácito pode ser dividido em duas dimensões: a dimensão técnica e a dimensão cognitiva. Essas dimensões descrevem diferentes aspectos do conhecimento tácito e como ele é incorporado e aplicado pelos indivíduos.

A dimensão técnica do conhecimento tácito refere-se às habilidades práticas e motoras adquiridas por meio da experiência e da prática. Está relacionada às atividades físicas, aos movimentos, aos gestos e à expertise em realizar determinadas tarefas ou atividades. Esse tipo de conhecimento tácito é difícil de ser expresso explicitamente, pois é internalizado e automatizado ao longo do tempo.

Por exemplo, um cirurgião experiente possui conhecimento tácito técnico sobre como realizar procedimentos cirúrgicos específicos. Essa habilidade é adquirida através da prática repetida, da coordenação motora e da familiaridade com os instrumentos cirúrgicos. O conhecimento tácito técnico também pode ser encontrado em atividades como dirigir um carro, tocar um instrumento musical ou até mesmo em habilidades de artesanato.

Já a dimensão cognitiva do conhecimento tácito refere-se aos insights, intuições, perspectivas e entendimentos implícitos que uma pessoa desenvolve ao longo do tempo. Está relacionada ao conhecimento subconsciente que influencia a forma como pensamos, tomamos decisões e interpretamos o mundo ao nosso redor. Esse tipo de conhecimento tácito é difícil de ser articulado de forma explícita, pois muitas vezes é baseado em associações subconscientes e em padrões de pensamento que não são facilmente acessíveis ou verbalizáveis.

Um chef de cozinha experiente, por exemplo, pode ter conhecimento tácito cognitivo sobre combinações de sabores e técnicas culinárias que resultam em pratos excepcionais. Essa compreensão intuitiva é construída ao longo do tempo, através de experimentação, tentativa e erro, e uma sensibilidade refinada para ingredientes e técnicas culinárias. O conhecimento tácito

cognitivo também pode estar presente em áreas como resolução de problemas complexos, tomada de decisão estratégica e julgamento especializado em uma determinada área de conhecimento.

2.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO

2.2.1 Definição de gestão do conhecimento

A Gestão do Conhecimento (GC) é um campo de estudo e prática que se concentra na identificação, captura, organização, compartilhamento e aplicação efetiva do conhecimento dentro das organizações. O objetivo é maximizar o valor do conhecimento existente e facilitar a geração de novo conhecimento, a fim de melhorar o desempenho organizacional e promover a inovação.

A GC é um processo organizacional que envolve a criação, captura, armazenamento, compartilhamento e aplicação do conhecimento para melhorar o desempenho e os resultados de uma empresa. Ela se concentra em identificar, aproveitar e alavancar os ativos intelectuais e os recursos de conhecimento disponíveis dentro da organização.

A GC tem como objetivo facilitar a colaboração, o aprendizado e a inovação, permitindo que as empresas transformem informações e conhecimentos individuais em um recurso coletivo acessível a todos os membros da organização. Isso envolve a implementação de processos, práticas e tecnologias que incentivam a geração de conhecimento, a disseminação eficiente e o uso estratégico das informações.

A Gestão do Conhecimento tem suas raízes em diversas áreas, como a teoria organizacional, a psicologia cognitiva e a ciência da informação. Davenport e Prusak (1998) afirmam que a gestão do conhecimento envolve o ciclo contínuo de criação, armazenamento, disseminação e utilização do conhecimento. É um processo multifacetado que requer a combinação adequada de pessoas, processos e tecnologia para obter resultados significativos.

A importância da Gestão do Conhecimento nas empresas é evidente em vários aspectos:

- **Aumento da eficiência:** A GC ajuda as empresas a evitar a reinvenção da roda, permitindo que o conhecimento existente seja reutilizado e compartilhado. Isso reduz a duplicação de esforços e acelera a realização de tarefas.

- Melhoria da tomada de decisão: Ao ter acesso a um conjunto diversificado de informações e conhecimentos, as empresas podem tomar decisões mais informadas e embasadas. A GC fornece os recursos necessários para identificar as melhores práticas e experiências passadas, auxiliando na formulação de estratégias e planos mais eficazes.
- Estímulo à inovação: A GC fomenta um ambiente propício à inovação, incentivando a troca de ideias e a colaboração entre os membros da organização. Isso possibilita a geração de novas soluções, produtos e processos, impulsionando a vantagem competitiva.
- Retenção do conhecimento organizacional: Com a GC, as empresas podem evitar a perda de conhecimento valioso quando um funcionário deixa a organização. O conhecimento tácito e o know-how são documentados e compartilhados, garantindo a continuidade do aprendizado e a preservação do capital intelectual.

Existem vários modelos conceituais que ajudam a compreender e implementar a gestão do conhecimento nas organizações. Um desses modelos é a "espiral do conhecimento" proposta por Nonaka e Takeuchi (1995). Segundo os autores, a espiral do conhecimento é um ciclo dinâmico em que o conhecimento tácito é convertido em conhecimento explícito por meio de interações sociais e práticas de compartilhamento. Esse modelo enfatiza a importância da socialização, externalização, combinação e internalização como processos-chave na criação e transferência de conhecimento.



Figura 1: Espiral do Conhecimento (Adaptado de Nonaka e Takeuchi, 1995)

A espiral do conhecimento é composta por quatro modos de conversão do conhecimento:

- **Socialização:** É a conversão do conhecimento tácito em conhecimento tácito por meio de interações sociais, compartilhamento de experiências e observação direta. Esse modo ocorre principalmente em conversas informais, colaboração em projetos e comunidades de prática.
- **Externalização:** É a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito. Envolve a articulação e a expressão do conhecimento tácito por meio de metáforas, analogias, modelos conceituais e narrativas. A externalização torna o conhecimento pessoal compartilhável e comunicável para outros membros da organização.
- **Combinação:** É a conversão do conhecimento explícito em conhecimento explícito. Nesse modo, ocorre a combinação de diferentes tipos de conhecimento explícito, como documentos, dados e informações, para criar conhecimentos, como relatórios, bancos de dados ou manuais de melhores práticas.
- **Internalização:** É a conversão do conhecimento explícito em conhecimento tácito. Consiste na assimilação e incorporação do conhecimento explícito em habilidades, experiências e práticas individuais. A internalização ocorre por meio da prática, do aprendizado ativo e da aplicação do conhecimento adquirido.

Esses quatro modos de conversão do conhecimento se retroalimentam e formam uma espiral ascendente, onde cada ciclo de conversão leva a uma ampliação e a uma maior complexidade do conhecimento na organização. Dessa forma, a espiral do conhecimento permite a criação contínua de novo conhecimento, aprimoramento das competências organizacionais e impulsionamento da inovação.

A tecnologia desempenha um papel crucial na gestão do conhecimento, fornecendo ferramentas e plataformas para facilitar a captura, armazenamento e disseminação de informações e conhecimentos. Sistemas de gerenciamento de conhecimento, intranets corporativas, bases de dados colaborativas e redes sociais empresariais são exemplos de tecnologias utilizadas para apoiar a gestão do conhecimento (Alavi e Leidner, 2001). Essas ferramentas ajudam a promover a colaboração, o compartilhamento de melhores práticas e a localização rápida de informações relevantes.

A cultura organizacional desempenha um papel fundamental na gestão do conhecimento. Uma cultura que valoriza o aprendizado contínuo, a colaboração e a experimentação facilitam a criação e o compartilhamento de conhecimento (Senge, 2013). O

estímulo à participação ativa dos colaboradores, a celebração dos erros como oportunidades de aprendizado e a promoção de um ambiente aberto ao diálogo são elementos essenciais para criar uma cultura organizacional propícia à gestão do conhecimento. As cinco disciplinas da aprendizagem organizacional segundo Senge (2013) são: domínio pessoal, modelos mentais, visão compartilhada, aprendizagem em equipe e pensamento sistêmico. Elas são interdependentes e se reforçam mutuamente. Ao desenvolvê-las em conjunto, as organizações podem criar uma cultura de aprendizagem contínua, adaptabilidade e inovação, permitindo que enfrentem os desafios complexos e alcancem resultados sustentáveis.

Senge (2013) argumenta que as organizações precisam adotar uma abordagem sistêmica para enfrentar os desafios complexos do mundo atual. Introduz a ideia de "organização que aprende", na qual as organizações são capazes de se adaptar, aprender e prosperar em ambientes em constante mudança.

Para Senge (2013), uma das principais ideias apresentadas é a disciplina mental, que envolve a capacidade de desenvolver uma visão sistêmica, ou seja, enxergar a organização como um todo interconectado, em vez de focar apenas em partes isoladas. O autor enfatiza a importância de superar as barreiras mentais e adotar uma mentalidade de aprendizado contínuo.

Outro conceito fundamental é a aprendizagem em equipe, que destaca a importância da colaboração, comunicação aberta e diálogo para o crescimento coletivo. Senge (2013) diz que as equipes devem criar um espaço seguro para compartilhar conhecimentos, gerar ideias inovadoras e resolver problemas complexos juntas.

Além disso, também introduz outras três disciplinas: modelos mentais (examinar e questionar as suposições subjacentes), domínio pessoal (desenvolver habilidades pessoais e ambição para o aprendizado) e pensamento sistêmico (compreender as interações e os padrões entre os elementos do sistema) (Senge, 2013).

Os modelos mentais, segundo Senge (2013), são essenciais para entender como as pessoas interpretam e respondem às situações. Eles são construídos ao longo da vida e são influenciados por experiências passadas, educação, cultura e outros fatores. Destaca a importância de examinar e questionar os modelos mentais existentes, pois eles podem limitar nossa capacidade de aprendizado e de enxergar novas possibilidades. Enfatiza a necessidade de criar um espaço de reflexão para desafiar as suposições subjacentes e explorar perspectivas alternativas.

Ao reconhecer e explorar os modelos mentais individuais e coletivos, as pessoas podem expandir sua capacidade de aprendizado e se tornar mais abertas a novas ideias e perspectivas. Isso é fundamental para o desenvolvimento de organizações que aprendem, pois os modelos mentais influenciam a maneira como as pessoas interagem, colaboram e enfrentam desafios.

Senge (2013) ainda ressalta que os modelos mentais são fundamentais para a mudança e a inovação organizacional. Ao conscientemente examinar e questionar os modelos mentais existentes, as organizações podem criar um ambiente propício à aprendizagem, à adaptação e à transformação. Isso permite que elas se tornem mais ágeis e capazes de lidar com a complexidade do mundo empresarial atual.

A gestão do conhecimento pode ser aplicada em qualquer ambiente de trabalho, independentemente do setor ou tamanho da organização. Segundo Santos e Rados (2020), há algumas maneiras de aplicar a gestão do conhecimento no ambiente de trabalho incluem:

1. Identificar o conhecimento crítico para a organização e criar um sistema para capturar, armazenar e compartilhar esse conhecimento;
2. Incentivar a colaboração entre os funcionários, promovendo a troca de ideias e experiências;
3. Investir em tecnologias que facilitem o acesso e a disseminação do conhecimento, como intranets, wikis e plataformas de compartilhamento de arquivos;
4. Criar uma cultura de aprendizado contínuo, incentivando os funcionários a buscar novos conhecimentos e habilidades;
5. Medir os resultados para avaliar o sucesso do programa de gestão do conhecimento e fazer ajustes conforme necessário.

Lembrando que cada ambiente de trabalho é único, portanto, é importante adaptar as práticas de gestão do conhecimento às necessidades específicas da organização.

Já para Gariba Júnior (2011), a tecnologia da informação pode ser utilizada para facilitar a gestão do conhecimento de diversas maneiras, tais como: criar bancos de dados e sistemas de informação que permitam o armazenamento e a recuperação rápida de informações relevantes; utilizar ferramentas colaborativas, como fóruns e redes sociais corporativas, para incentivar a troca de conhecimentos entre os membros da equipe; implementar sistemas de gestão do conhecimento que facilitem a identificação, captura, organização e disseminação do

conhecimento; utilizar tecnologias de inteligência artificial e análise de dados para identificar padrões e tendências no comportamento dos usuários e no uso das informações.

Gariba Júnior (2011) também diz que a aprendizagem organizacional pode trazer diversos benefícios para o desenvolvimento de uma empresa, tais como: melhorar a eficiência e a eficácia dos processos internos; aumentar a inovação e a criatividade dos funcionários; promover um ambiente de trabalho mais colaborativo e participativo; facilitar a adaptação da empresa às mudanças do mercado e às novas tecnologias; aumentar a satisfação dos funcionários e reduzir o turnover; melhorar a imagem da empresa perante os clientes e fornecedores.

2.2.2 Gerenciamento do Conhecimento

O Gerenciamento do Conhecimento busca identificar, capturar, organizar, compartilhar e aplicar o conhecimento existente nas organizações. Essa abordagem estratégica é essencial para melhorar o desempenho, a inovação e a tomada de decisão, permitindo que as empresas otimizem o uso do conhecimento crítico para alcançar seus objetivos (Jennex, 2015).

Ao longo do ciclo de vida do conhecimento, várias etapas são percorridas, desde a identificação e captura até a aplicação do conhecimento em processos e tomada de decisão (Wiig, 1997). O Gerenciamento do Conhecimento busca garantir que essas etapas sejam conduzidas de maneira sistemática e atendidas aos objetivos estratégicos da organização.

As tecnologias desempenham um papel crucial no Gerenciamento do Conhecimento, fornecendo ferramentas e plataformas para capturar, armazenar, organizar e compartilhar informações. Sistemas de Gestão do Conhecimento (Knowledge Management Systems - KMS), intranets, bases de dados colaborativas e redes sociais corporativas são exemplos de tecnologias amplamente utilizadas para facilitar o acesso e compartilhamento de conhecimento (Alavi e Leidner, 2001). Essas ferramentas permitem que as organizações criem um ambiente propício à colaboração e à aprendizagem contínua, além de facilitar a busca e recuperação de informações relevantes.

A cultura organizacional é outro elemento fundamental no Gerenciamento do Conhecimento. Organizações que valorizam a aprendizagem contínua, a colaboração e a inovação criam um ambiente propício para a gestão eficaz do conhecimento (Senge, 2013). Incentivar uma cultura em que os colaboradores se sintam encorajados a compartilhar seu

conhecimento, aprender uns com os outros e experimentar novas ideias é essencial para o sucesso do Gerenciamento do Conhecimento.

Uma referência importante para a implementação do Gerenciamento do Conhecimento é a norma ISO 30401. Essa norma estabelece requisitos para a criação de um sistema de gestão do conhecimento eficaz, abrangendo aspectos como a identificação, captura, armazenamento, compartilhamento e utilização do conhecimento (ISO, 2018). Ao seguir os princípios dessa norma, as organizações podem criar uma cultura propícia à gestão do conhecimento, desenvolver políticas, processos e práticas para maximizar o valor do conhecimento organizacional.

A aplicação das normas de Gerenciamento do Conhecimento pode ocorrer de diversas maneiras nas organizações:

- Estabelecimento de políticas e diretrizes que promovem uma cultura de compartilhamento e colaboração;
- Implementação de processos e práticas para identificar, capturar, armazenar e organizar o conhecimento de forma estruturada;
- Utilização de tecnologias de informação, como plataformas de gestão do conhecimento, para facilitar o acesso e a partilha de informação;
- Desenvolvimento de programas de treinamento e capacitação para promover a aquisição e o compartilhamento de conhecimento;
- Incentivo à colaboração e à troca de conhecimentos entre os colaboradores, por meio de redes sociais corporativas, fóruns de discussão e comunidades de prática.

A Figura 2 apresenta um mapa conceitual que ilustra os principais elementos do Gerenciamento do Conhecimento e sua interação:

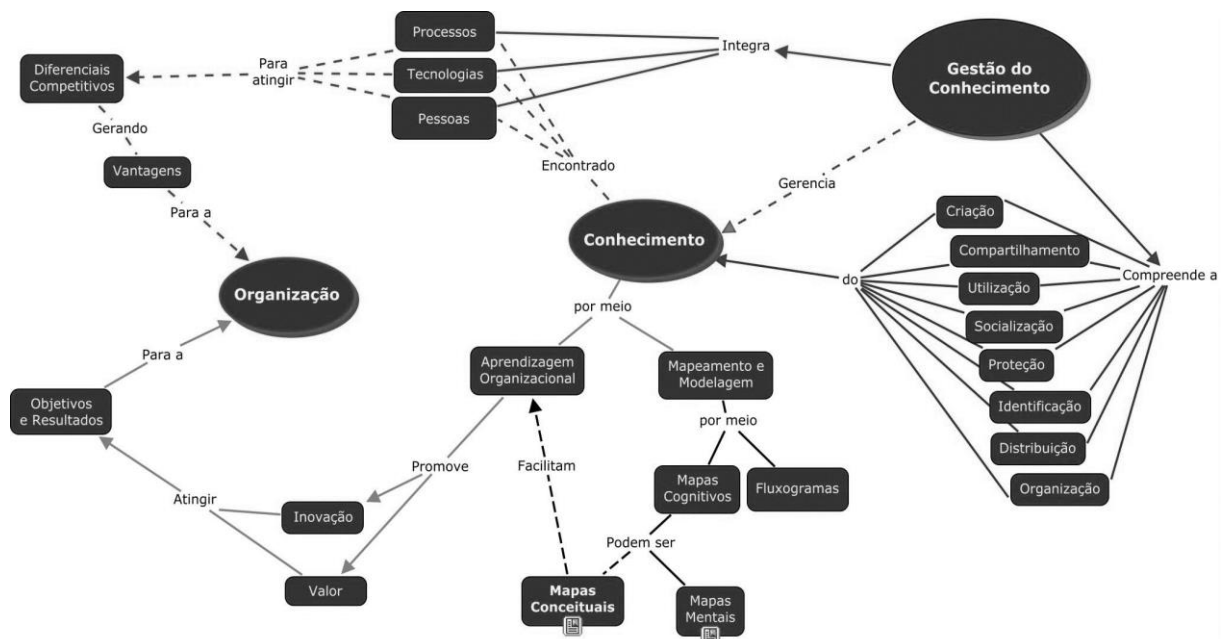


Figura 2: Mapa conceitual do Gerenciamento do Conhecimento (Kirchhof, Lisiane T. 2011)

O mapa conceitual destaca a importância do ciclo de vida do conhecimento, das tecnologias, da cultura organizacional e das normas no contexto do Gerenciamento do Conhecimento. Esses elementos estão interligados e influenciam-se mutuamente para promover a eficácia e o sucesso na gestão do conhecimento organizacional.

2.2.3 O Mapa do Conhecimento e sua importância no Gerenciamento do Conhecimento

O Mapa do Conhecimento é uma ferramenta poderosa utilizada no Gerenciamento do Conhecimento para visualizar e representar a distribuição do conhecimento dentro de uma organização (Nonaka & Takeuchi, 1995). Trata-se de uma representação gráfica que mostra a localização, a natureza e a interconexão do conhecimento em uma organização.

O objetivo fundamental do Mapa do Conhecimento é fornecer uma visão clara e visualmente atraente do conhecimento disponível, facilitando sua identificação, acesso e compartilhamento. Ao visualizar o conhecimento de forma organizada e estruturada, as organizações podem melhorar sua capacidade de utilizar efetivamente os recursos intelectuais e promover a inovação e o aprendizado contínuo (Nonaka e Takeuchi, 1995).

De acordo com Andrade e Santiago, o principal objetivo e benefício de um Mapa do Conhecimento é conectar diretamente aqueles que buscam conhecimento com aqueles que o possuem, economizando tempo e evitando retrabalho ao fornecer informações sobre as fontes de conhecimento existentes. Ao saber onde encontrar a informação ou a expertise necessária, os funcionários podem evitar a redundância de esforços, reduzir erros e suposições, acelerar a resolução de problemas, economizar tempo e evitar retrabalho.

Existem diferentes abordagens e tipos de Mapas do Conhecimento, cada um com seu propósito e aplicação específica. Alguns exemplos notáveis incluem:

- Mapas de especialização: destacam as áreas de conhecimento e expertise dos colaboradores ou equipes, permitindo identificar recursos-chave em determinados assuntos (Von Krogh, Ichijo e Nonaka, 2000);
- Mapas de rede social: experimente as conexões e conexões entre as pessoas na organização, destacando os relacionamentos e as fontes de conhecimento em toda a rede (Cross e Parker, 2004);
- Mapas de processos: visualize como o conhecimento é criado, compartilhado e aplicado em diferentes etapas dos processos organizacionais, identificando pontos críticos e oportunidades de melhoria (Davenport e Prusak, 2000).

Ao utilizar o Mapa do Conhecimento, as organizações podem desfrutar de uma série de benefícios. Entre eles estão a identificação rápida de especialistas e recursos-chave em determinadas áreas de conhecimento, a facilitação da colaboração e do compartilhamento de conhecimento ao visualizar as conexões entre pessoas e áreas de especialização, a melhoria da tomada de decisão ao fornecer acesso fácil a conhecimentos relevantes em processos diferentes e projetos, e identificação de lacunas de conhecimento, permitindo o desenvolvimento de estratégias para preenchê-las (Nonaka e Takeuchi, 1995).

O Mapa do Conhecimento é uma ferramenta multifacetada e pode ser aplicada em diversas situações do cotidiano organizacional. Por exemplo, em uma equipe de projeto, o Mapa do Conhecimento pode ajudar a identificar quais membros possuem habilidades específicas e experiências relevantes para as diferentes fases do projeto. Durante uma sessão de resolução de problemas, o Mapa do Conhecimento pode revelar quais colaboradores possuem conhecimento especializado para contribuir com soluções inovadoras. Ao planejar uma estratégia de treinamento e desenvolvimento, o Mapa do Conhecimento pode indicar as lacunas de

conhecimento existentes e auxiliar na identificação das áreas que devem ser garantidas (Davenport e Prusak, 2000).

Assim, o Mapa do Conhecimento funciona um papel fundamental no Gerenciamento do Conhecimento, fornecendo uma representação visual do conhecimento dentro de uma organização. Ele oferece uma visão abrangente e estruturada do conhecimento disponível, permitindo que as organizações otimizem seu uso, promovam a colaboração e a inovação, e identifiquem áreas de desenvolvimento e melhoria. Utilizar o Mapa do Conhecimento pode ser um diferencial competitivo para as organizações que buscam prosperar em um ambiente de negócios cada vez mais complexo e dinâmico.

2.3 GESTÃO DO CONHECIMENTO NUCLEAR

A Agência Internacional de Energia Atômica (*International Atomic Energy Agency - IAEA*), como citado no capítulo anterior, promove o intercâmbio de informações científicas e técnicas sobre os usos pacíficos da energia atômica.

A Série de Energia Nuclear da IAEA N° NG-G-3.1 chamado *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power* (2017) (marcos do desenvolvimento de uma infraestrutura nacional para energia nuclear), destina-se a fornecer orientações para o benefício daqueles que iniciam tais programas, com base em instrumentos jurídicos internacionais relevantes, normas de segurança da IAEA e publicações e documentos de orientação, bem como a experiência de boas práticas de países que possuam usinas nucleares em operação. O objetivo desse guia é ajudar os Estados Membros a compreender os compromissos e obrigações associados a um programa de energia nuclear.

O guia IAEA N° NG-G-3.1 destina-se a fornecer orientações para o benefício daqueles países que iniciam o programa de energia nuclear, com base em instrumentos jurídicos internacionais relevantes, normas de segurança da AIEA e publicações e documentos de orientação, bem como a experiência e boas práticas de países que possuam usinas nucleares em operação.

Nesse guia, são apresentadas 19 questões de infraestrutura para que um programa de energia nuclear seja bem-sucedido. A atenção insuficiente de qualquer um deles, pode implicar na segurança ou levar a atrasos ou até mesmo ao fracasso do projeto.

Um ponto de atenção é sobre a utilização de material nuclear, pois exige uma atenção constante e rigorosa à Segurança Nuclear (Nuclear Safety), Segurança Física (Nuclear Security) e Salvaguardas (Safeguards).

O objetivo da Segurança Nuclear (Nuclear Safety) é proteger as pessoas e o meio ambiente dos efeitos nocivos das radiações ionizantes. Já Segurança Física (Nuclear Security) tem o objetivo de proteger pessoas, propriedade, sociedade e o meio ambiente dos efeitos nocivos de um evento nuclear. E o objetivo do Salvaguardas (Safeguards) é que um país deve garantir que não haja risco de proliferação de armas nucleares e que todo material nuclear seja adequadamente contabilizado e protegido.

As três fases do desenvolvimento da infraestrutura necessária para apoiar um programa de energia nuclear são:

- FASE 1: Considerações antes da decisão de lançar um programa de energia nuclear;
- FASE 2: Trabalhos preparatórios para a contratação e construção de uma usina nuclear após uma decisão política ter sido tomada;
- FASE 3: Atividades de implantação da primeira usina nuclear.

A conclusão de cada fase é marcada por um marco específico, no qual o progresso pode ser avaliado e uma decisão pode ser tomada para passar para a próxima fase. Os marcos são:

- MARCO 1: Pronto para assumir um compromisso com um programa de energia nuclear;
- MARCO 2: Pronto para abrir licitações/negociar um contrato para a primeira usina nuclear;
- MARCO 3: Pronto para comissionar e operar a primeira usina nuclear.

No desenvolvimento da infraestrutura nuclear, três organizações-chave estão envolvidas: o governo, o proprietário/operador da usina nuclear e o órgão regulador. O proprietário/operador pode ser propriedade do Estado ou privado, pode fazer parte de uma empresa de utilidade pública nacional ou internacional ou ser outra entidade comercial. Já o órgão regulador deve garantir uma crescente independência para que a Fase 2 seja efetivamente independente na tomada de decisões regulatórias.

No guia supõe-se que o governo criará um mecanismo para coordenar o trabalho das organizações envolvidas no desenvolvimento da infraestrutura. Esse mecanismo é chamado de

Organização Implementadora do Programa de Energia Nuclear (Nuclear Energy Programme Implementing Organizations – NEPIO).

Os 19 assuntos de interesse de infraestrutura precisam ser considerados em cada marco. As três principais organizações – governo, proprietário/operador e o órgão regulador – precisam garantir a conscientização de todas as questões.

Os 19 assuntos de interesse de infraestrutura são os seguintes:

- Posição nacional (National position)
- Segurança nuclear (Nuclear safety)
- Gestão (Management)
- Financiamento (Funding and financing)
- Enquadramento jurídico (Legal framework)
- Salvaguardas (Safeguards)
- Quadro regulamentar (Regulatory framework)
- Proteção contra radiação (Radiation protection)
- Rede elétrica (Electrical grid)
- Desenvolvimento de recursos humanos (Human resource development)
- Envolvimento das partes interessadas (Stakeholder involvement)
- Local e instalações de apoio (Site and supporting facilities)
- Proteção ambiental (Environmental protection)
- Planejamento de emergência (Emergency planning)
- Segurança física (Nuclear security)
- Ciclo do combustível nuclear (Nuclear fuel cycle)
- Gerenciamento de resíduos radioativos (Radioactive waste management)
- Envolvimento industrial (Industrial involvement)
- Compras (Procurement)

No início da Fase 1, assume-se que um país determinou que precisa de energia adicional e considerou a energia nuclear como uma opção possível para atender a algumas dessas necessidades. Nessa fase é essencial que o país adquira uma compreensão abrangente das obrigações e compromissos envolvidos, e o que seria necessário para cumpri-los, antes de qualquer decisão sobre a implementação seja tomada. Na Fase 1 a NEPIO deve garantir a

coordenação geral, garantir o envolvimento de todas as partes importantes, compilar as informações e estudos necessários para uma decisão política sobre a possibilidade de prosseguir com a energia nuclear e, no final da Fase 1, fornecer um relatório com a recomendação positiva que defina e justifique uma estratégia nacional para a energia nuclear.

Na Fase 2, o país realizará os trabalhos necessários para preparar a contratação, financiamento e construção de uma usina nuclear, e deve desenvolver a infraestrutura necessária, abrangendo os 19 assuntos de interesse de infraestrutura) até o ponto de abrir licitações/negociar um contrato comercial entre o proprietário e o fornecedor.

A Fase 3 começa com a licitação e posterior negociação do contrato para o projeto, construção e comissionamento da usina nuclear. O trabalho inicial será desenvolver o projeto específico do local, produzir o relatório preliminar de análise de segurança e obter todas as aprovações de licenciamento e planejamento necessárias. O próximo passo incluirá todas as atividades de aquisição e construção, sob acordos de gerenciamento apropriados, e envolverá supervisão e aprovação regulatórias durante toda fase. Ao concluir com sucesso a Fase 3, o país terá estabelecido um programa de energia nuclear para obter os benefícios de segurança energética e desenvolvimento econômico previstos na decisão política inicial.

Outro ponto que precisa ser levado em consideração é a formação de um programa de Gestão do Conhecimento Nuclear (GCN) e sua implementação dentro de uma instalação nuclear. A AIEA reconhece que é necessário focar na implementação de uma metodologia de gestão de risco de perda de conhecimento para garantir que os programas de preservação e transferência de conhecimento sejam levados em consideração ao longo das diferentes fases do processo de um projeto nuclear, ou seja, que para todas as fases possíveis do ciclo de vida de uma usina nuclear, a gestão do conhecimento e a transferência do conhecimento de uma fase para outra precisam ser cuidadosamente planejado e executado.

Uma força de trabalho experiente e qualificada é um elemento essencial na implementação e operação segura de todas as instalações nucleares, bem como na tecnologia nuclear e na Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). É reconhecido que as instalações nucleares em funcionamento enfrentam um desafio com a perda de trabalhadores experientes, do conhecimento e habilidades que possuem. E essa perda de especialistas-chaves não é apenas no setor nuclear, mas também nas áreas da engenharia como mecânica, química, civil, instrumentação e controle. Há uma grande necessidade de educação e treinamento de novos funcionários.

A série de Energia Nuclear da AIEA N° NG-T-6.11 chamado *Knowledge Loss Risk Management in Nuclear Organizations* (2017) (Gestão de Risco de Perda de Conhecimento em Organizações Nucleares), é um relatório técnico que foi baseado nas experiências de organizações operacionais nos Estados Membros. Tem como seu objetivo principal aumentar a conscientização sobre a necessidade de desenvolver uma abordagem estratégica e planos de ação para lidar com a potencial perda de conhecimentos e habilidades críticas em organizações nucleares, em particular em usinas nucleares.

Segundo o relatório técnico, a formação de um programa de Gestão do Conhecimento Nuclear (GCN) e sua implementação dentro de uma instalação nuclear garante que uma usina nuclear possa ser operada – por um longo período – como uma usina altamente confiável, eficiente e segura. Gerenciar o conhecimento em todas as fases operacionais significa garantir a disponibilidade dos Recursos Humanos (RH) necessários para uma operação segura ao longo da vida útil da instalação nuclear.

Existe um risco evidente de que, na ausência de planos de transferência de conhecimento, o conhecimento essencial possa ser perdido entre as diferentes fases da vida útil da instalação nuclear. As mudanças organizacionais e da força de trabalho não são os únicos riscos relacionados à preservação do conhecimento em uma organização nuclear.

A AIEA reconhece que é necessário focar na implementação de uma metodologia de uma Gestão de Risco de Perda de Conhecimento (GRPC) para garantir que os programas de preservação e transferência de conhecimento sejam devidamente levados em consideração ao longo das diferentes fases do processo de um projeto nuclear. Para todas as fases possíveis do ciclo de vida de uma usina nuclear (projeto, construção, comissionamento, operação, operação estendida a longo prazo, descomissionamento), a Gestão do Conhecimento (GC) e a transferência de conhecimento de uma fase para outra precisa ser planejado e executado.

O relatório técnico N° NG-T-6.11 enfoca aspectos do risco da perda do conhecimento associado ao desgaste de funcionários em usinas nucleares de energia nuclear e fornece orientação sobre como reduzi-los.

De acordo com o relatório técnico, a perda do conhecimento pode ser causada por vários fatores, incluindo: aposentadoria de funcionários de longo prazo, transferências internas e promoção ou demissão de funcionários que deixam a indústria nuclear. Os mesmos riscos de perda de conhecimento são válidos para empresas de terceirização e consultoria envolvidas em programas e projetos nucleares.

A situação de uma força de trabalho envelhecida apresenta tendências semelhantes em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Essa força de trabalho está se tornando cada vez mais crítica devido à perda de especialistas-chave não apenas do setor nuclear, mas também nas áreas tradicionais de engenharia, como soldagem, mecânica, química, construção, elétrica, instrumentação e controle.

A educação nuclear deve desempenhar um papel importante no desenvolvimento de um novo engenheiro. A quantidade de recém-chegados necessários para cobrir a demanda é alta. No entanto, o problema do envelhecimento do pessoal acadêmico altamente qualificado é ainda mais crucial, e a retenção e transferência do conhecimento científico é um grande desafio.

A escassez de talentos é um risco que muitas empresas estão enfrentando atualmente. Segundo o relatório técnico N° NG-T-6.11, substituir um especialista-chave pode custar um valor semelhante ou duas vezes maior que seu salário anual. Ainda de acordo com o relatório técnico, as organizações nucleares precisam adotar práticas de gestão de talentos que lhes permitam mudar o conjunto de habilidades de seus funcionários e motivá-los a mudar seu comportamento.

Outros fatores de risco que devem ser considerados no desenvolvimento da força de trabalho: envelhecimento dos trabalhadores nucleares (aumento da média de idade, risco de saída antecipada), perda de trabalhadores nucleares (detentores de conhecimentos críticos), indisponibilidade de mão de obra no mercado de trabalho, mobilidade interna e externa da força de trabalho, deficiências na cooperação com organizações de ensino e formação, a transferência do conhecimento como requisito para contratação de novos trabalhadores.

O relatório técnico N° NG-T-6.11 disponibilizado pela AIEA fornece uma metodologia GRPC como uma ferramenta de suporte eficaz para gerenciar, identificar e compreender o nível de risco da perda do conhecimento. Também orienta como desenvolver uma estratégia e um plano sustentável, visando diminuir os riscos e garantir a continuidade e eficácia do dia a dia da operação.

Conforme detalhado no relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11, uma metodologia orientadora foi apresentada para a avaliação inicial de risco de perda de competência organizacional. Esta metodologia é projetada para auxiliar especialistas sêniores em organizações nucleares na compreensão e mitigação dos riscos associados à perda de competência.

A avaliação de risco de perda de competência organizacional segue uma abordagem "de cima para baixo" que pode ser aplicada eficazmente em qualquer organização com processos bem definidos. Ela estabelece conexões entre objetivos de atividades, processos centrais, subprocessos e necessidades de competência organizacional. Pode ser usada de forma independente ou em conjunto com a avaliação individual do risco de perda de conhecimento (ARCP).

A primeira etapa, denominada "Mapeamento de Competências", foca na coleta de informações essenciais para a avaliação da competência em risco. Esse mapeamento visualiza as competências existentes na organização, identificando pontos fortes e fracos em relação aos objetivos das atividades. A identificação de competências requer revisão contínua, devido às mudanças internas e externas.

A etapa 2, chamada "Desenvolvimento da Matriz de Competências em Risco", envolve a criação de uma matriz de competências com base em informações fornecidas pelo setor de Recursos Humanos (RH). Isso inclui dados sobre a força de trabalho atual, funções essenciais e não essenciais, bem como previsões de perda de competência devido a aposentadorias e outros fatores.

A matriz de competências é uma ferramenta de gestão valiosa que se concentra em habilidades essenciais para funções organizacionais. Ela permite identificar lacunas de competência entre as necessidades e as habilidades atuais dos colaboradores.

Na etapa 3, chamada "Ações", os gestores desenvolvem planos estratégicos com base nos resultados da matriz de competência em risco, visando abordar a perda de competência e implementar ações corretivas. Essas ações são fundamentais para garantir a continuidade do conhecimento e a competência organizacional.

O relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11 fornece metodologia e ferramentas para lidar com a perda de conhecimento associada a especialistas individuais próximos da aposentadoria ou à rotação de funcionários. O processo de três etapas visa identificar, priorizar e tratar ameaças de perda de conhecimento relacionadas ao atrito. Isso é feito por meio da determinação de um fator de risco total para cada funcionário, considerando a data projetada de desligamento (aposentadoria, transferência ou outro atrito - fator de risco de atrito) e a criticalidade das competências (fator de risco de posição ou cargo).

A figura 3 mostra o processo de 3 etapas conhecido como Diagrama do processo para transferência e retenção sugerido pelo relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11:



Figura 3 - Transferência e retenção do conhecimento (T&RC). Adaptado.

Com base no relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11, a avaliação do risco de perda de competência organizacional é dividida em três etapas. A primeira etapa, "Condução da Avaliação de Risco de Perda de Conhecimento," identifica cargos e indivíduos com maior risco de perda de conhecimento, considerando o fator de atrito. Nessa etapa também é avaliado o fator de risco de posição, relacionado à importância da função e às competências necessárias. Esse fator é determinado com base em competências únicas e críticas dos colaboradores, considerando diversas variáveis. A etapa 1 será detalhada no capítulo 4 (metodologia).

Na segunda etapa, um plano de retenção do conhecimento é desenvolvido para identificar e priorizar o conhecimento crítico em posições de alta prioridade, com base na avaliação de risco de perda de conhecimento. Nesta fase, os gestores abordam a captura e transferência do conhecimento.

Após a conclusão da avaliação de risco, a próxima etapa envolve a mitigação do potencial perda de conhecimento para funcionários de alta prioridade (com fator de risco total de 20 a 25) por meio da implementação dos planos de retenção do conhecimento:

- Identificação do conhecimento/habilidade crítica, do detentor do conhecimento e do responsável pelas ações (por exemplo, um líder).

- Registro do preenchimento do questionário de avaliação de risco de conhecimento, que também delinea o plano para adquirir, transferir e reter o conhecimento.
- Identificação do conhecimento crítico a ser gerenciado, especificação das ações a serem tomadas, atribuição de responsabilidades e definição de prazos. Essas ações podem ser incorporadas ao plano de desempenho anual do funcionário como metas de desenvolvimento.

Os planos de retenção do conhecimento podem incluir entrevistas com funcionários que se aproximam da aposentadoria ou de saídas. Essas entrevistas são baseadas em questionários que auxiliam na identificação de áreas específicas com conhecimento crítico ou único.

Após a entrevista, que será feita com o gestor do setor, será criado um Mapa do Conhecimento, para melhor visualização e compreensão da perda do conhecimento do setor. A figura 4 mostra um exemplo do Mapa do Conhecimento:

Descrição:	Tipo de conhecimento para desenvolver a etapa do processo	Preciso do conhecimento? Possui o conhecimento?	Quais questões aborda o processo?	Qual o colaborador que possui o conhecimento para desenvolver a etapa do processo?	Qual o colaborador que precisa do conhecimento o para desenvolver a etapa do processo?	Em qual setor ?	Classificar o conhecimento o do colaborador que o possui em tácito ou explícito?
Etapas do processo	Que tipo de conhecimento será necessário?	Nível da lacuna (alto, médio ou baixo)	Que questões aborda?	Quem tem?	Quem precisa?	Onde está?	Tácito ou explícito?
A							
B							
C							

Figura 4 – Exemplo de Mapa do Conhecimento

A principal prioridade é identificar, capturar e reter o conhecimento crítico detido por funcionários que se aproximam da aposentadoria. É essencial desenvolver e implementar planos de retenção do conhecimento para qualquer funcionário com um fator de risco de posição de 5, uma vez que esses funcionários podem ser promovidos, transferidos ou deixar a organização por diversos motivos, resultando na perda de conhecimento crítico.

A etapa 3 chamada de Avaliação e Monitoramento, revisões periódicas devem ser conduzidas pelo gestor do setor para monitorar o status de implementação do processo de retenção do conhecimento. Essa etapa inclui:

- Revisão dos planos de retenção do conhecimento;
- Atualização periódica dos documentos de política interna modelos, formulários e questionários da avaliação de risco de perda de conhecimento e procedimentos relevantes;
- Configuração e análise de indicadores de desempenho, como por exemplo, número de relatos de experiência, número de entrevistas, proporção de especialistas em risco e especialistas avaliados, entre outros.

O relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11 fornece um resumo de métodos e ferramentas de preservação do conhecimento apropriados para processo, como apresentado na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Métodos e Ferramentas de preservação do conhecimento (Adaptado)

Como adquirir conhecimento?	Descrição
Entrevista de saída	Reunião de captação de conhecimento dos funcionários quando eles se demitem. O líder, o funcionário que está saindo e o funcionário que assume a posição se reúnem com a maior frequência possível para discutir e tomar notas sobre o conhecimento do trabalho do funcionário que está saindo.
Entrevista do titular	Entrevista realizada com um funcionário para documentar o conhecimento de um trabalho ou tarefa específica.
Entrevista pós trabalho	Entrevista realizado após o término de um trabalho, tarefa ou atividade específica para capturar as lições aprendidas, habilidades e conhecimentos ainda frescos na mente de um funcionário.
Autoavaliação	Os funcionários documentam seu conhecimento de uma tarefa, atividade ou desenvolvimento específico para capturar o conhecimento e/ou habilidades necessárias para concluir a atividade.
Gravação de vídeo de realização da tarefa	Gravação de vídeo de um funcionário realizando uma tarefa ou atividade.

Como transferir conhecimento?	Descrição
Simulação passo a passo	Transferência de habilidades, conhecimentos e informações relacionadas ao trabalho em um ambiente de trabalho simulado ou com uma simulação do trabalho, tarefa, atividade ou desenvolvimento real
Mentoria formal	Relação de ensino entre dois funcionários onde um é o “aprendiz” e o outro é o “professor”. O Professor fornece orientação individual e supervisão para que o aprendiz obtenha o conhecimento necessário para realizar ou gerenciar uma tarefa ou atividade.
Mentoria informal	Uma relação de ensino menos estruturada entre funcionários experientes e menos experientes.
Aprendizagem	Aprender um ofício pela experiência prática de trabalhadores qualificados.
Contratação de funcionários aposentados como consultores (curta duração)	Recontratação de funcionários aposentados para transferir seu conhecimento ou habilidades para outro funcionário ou para documentar seu conhecimento ou habilidades.
Como reter o conhecimento?	Descrição
Banco de dados	Banco de dados para retenção e recuperação de tarefa, atividade ou instruções.
Mídia eletrônica (gravação de áudio e vídeo ou sites intranet)	Vídeos e fotos digitais para a retenção e recuperação de documentação passo a passo de tarefas, atividades executadas com pouca frequência. Web sites do departamento usados para reter e recuperar lições aprendidas.
Procedimentos escritos	Procedimentos do departamento e diretrizes de política para capturar e reter o conhecimento de tarefa, atividade ou instruções de trabalho.
Guias de mesa	Documentos que fornecem detalhes de um trabalho ou tarefa. Não substituem os procedimentos, mas atuam como referência de “como fazer” com perspectiva prática sobre o desempenho no trabalho.

3 CONHECENDO OS SETORES AVALIADOS

Nesse capítulo, iremos conhecer melhor a CNEN e os setores escolhidos para aplicação da avaliação que enfoca aspectos do risco da perda do conhecimento. Os setores que serão avaliados são a Coordenação de Reatores (CODRE) e o Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC).

3.1 COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – CNEN

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), criada em 1956 e estruturada pela Lei 4.118, de 27 de agosto de 1962, para desenvolver a política nacional de energia nuclear. Órgão superior de planejamento, orientação, supervisão e fiscalização, a CNEN estabelece normas e regulamentos em radioproteção e é responsável por regular, licenciar e fiscalizar a produção e o uso da energia nuclear no Brasil.

A CNEN investe também em pesquisa e desenvolvimento, buscando um uso cada vez mais amplo e seguro das técnicas do setor nuclear, e seu foco é garantir os benefícios da energia nuclear a um número cada vez maior de brasileiros, sempre com segurança na operação dos materiais e equipamentos radioativos.

Missão CNEN é “*Garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear; desenvolver e disponibilizar tecnologias nuclear e correlatas, visando ao bem-estar da população.*” (CNEN, 2023).

A CNEN está sediada no Rio de Janeiro, onde sua estrutura central é composta por:

- Presidência
- Comissão Deliberativa
- Diretoria de Gestão Institucional (DGI)
- Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD)
- Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear (DRS)



Figura 5 – sede CNEN – Botafogo/Rio de Janeiro (RJ)

Os campos de interesse da área nuclear não se limitam, no Brasil, ao desenvolvimento de tecnologias relacionadas com a geração de energia elétrica e ao funcionamento e operação das term nucleares. Desse modo, a CNEN mantém atividades de pesquisa, orientação, planejamento, regulação e fiscalização, atuando em diversos setores que mantêm interação com a área nuclear:

- Geração de energia elétrica;
- Medicina nuclear;
- Aplicações na indústria, agricultura e meio ambiente;
- Pesquisa e ensino relacionados a tecnologias aplicadas;
- Exploração e pesquisa em beneficiamento das reservas minerais nucleares (urânio, tório etc.);
- Defesa, especialmente relacionado à propulsão nuclear;
- Tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos;
- Segurança e proteção radiológica da população.

Por essa razão, a organização da área nuclear no Brasil envolve responsabilidades compartilhadas por muitas entidades, por sua vez subordinadas a diferentes órgãos e ministérios.

A estrutura da CNEN também reflete a amplitude de seu escopo de atuação, estando, atualmente, suas atividades finalísticas distribuídas entre duas grandes áreas: Pesquisa e Desenvolvimento e Radioproteção e Segurança, cujas atividades e responsabilidades estão desdobradas em várias unidades situadas em diferentes pontos do país.

Além dos institutos de pesquisa, subordinados à Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD), a CNEN controla, por meio da Diretoria de Radioproteção e Segurança (DRS), o Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC), o escritório de representação em Brasília (ESBRA) e quatro postos distritais em Angra dos Reis (DIANG), Caetité (DICAÉ), Fortaleza (DIFOR) e Resende (DIRES).



Figura 6 - Distribuição das unidades da CNEN no território brasileiro

Os Centros Regionais de Ciências Nucleares no Nordeste (CRCN-NE) e Centro-Oeste (CRCN-CO) estendem a atuação da CNEN para essas regiões. Enquanto o CRCN-NE, em Recife, prioriza atividades voltadas para pesquisa, desenvolvimento e inovação; formação de recursos humanos e produtos e serviços na área nuclear e correlatas, a regional Centro-Oeste (CRCN-CO), localizada na cidade de Abadia de Goiás, foi criada com o objetivo principal de monitorar os depósitos definitivos dos rejeitos oriundos do acidente radiológico de Goiânia, ocorrido em setembro de 1987, e de manter um acervo histórico das ações e soluções tecnológicas adotadas.

O organograma abaixo reflete como setores e unidades da CNEN de interligam:

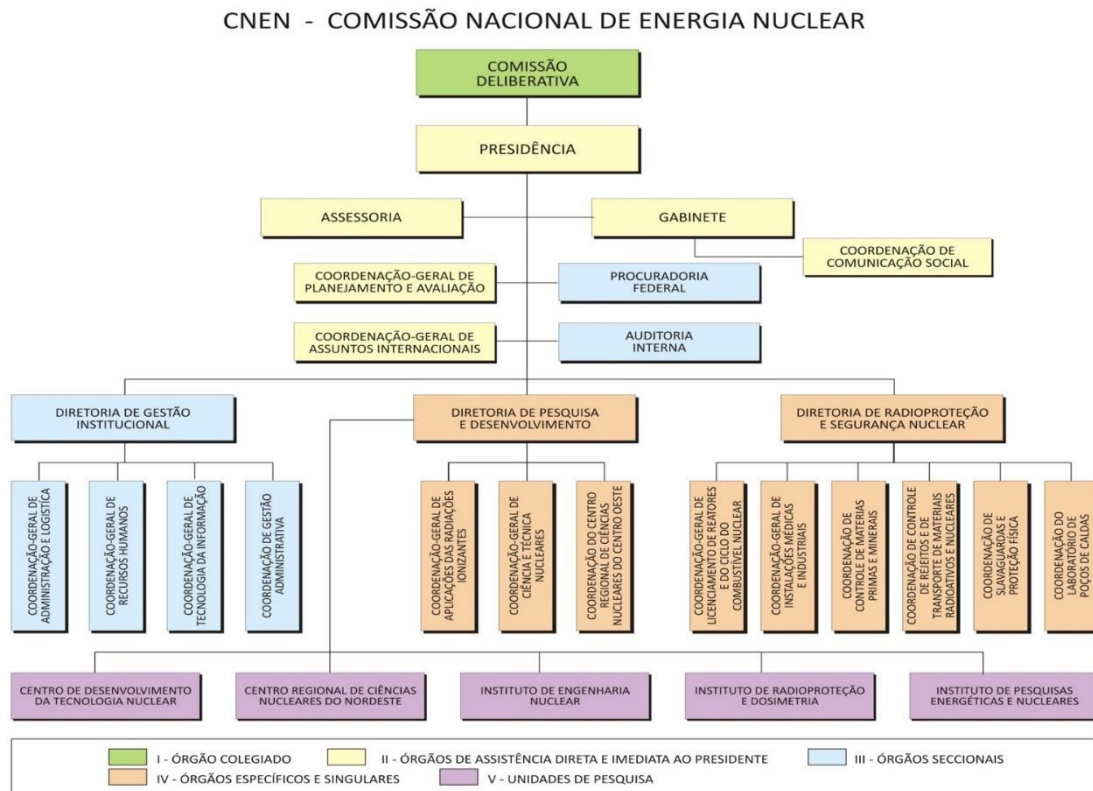


Figura 7 - Organograma CNEN

3.2 COORDENAÇÃO DE REATORES – CODRE

A Coordenação de Reatores (CODRE) faz parte da Coordenação Geral de Reatores e Ciclo do Combustível Nuclear (CGRC), que é subordinada a Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD). A CODRE faz parte da estrutura central da CNEN, localizada no Rio de Janeiro.

A CODRE é dividida em 4 setores:

- SEASE – Divisão de Avaliação de segurança, responsável pelas avaliações de segurança relacionadas a Neutrônica, Termohidráulica, PSA (*Probabilistic Safety Assessment* – Avaliação Probabilística de Segurança), Acidentes Graves e Fatores Humanos;
- SEEMA – Serviço de Ensaios e Materiais;
- SESER – Serviço de Proteção Radiológica;
- DIANG – Distrito de Angra dos Reis/RJ.

De acordo com Resolução Nº 301, de 28 de dezembro de 2022, Art. 65, é de competência da Coordenação de Reatores (CODRE):

- I - coordenar as ações de licenciamento, descomissionamento e controle de reatores nucleares de potência, de pesquisa e de testes;
- II - coordenar a fiscalização do cumprimento das normas e regulamentos técnicos em segurança nuclear e proteção radiológica e dos reatores nucleares de potência, de pesquisa e de testes;
- III - coordenar a avaliação de segurança nuclear e radiológica e conduzir o processo de elaboração de subsídios técnicos relacionados com a emissão de aprovações, licenças e autorizações para reatores nucleares, de pesquisa e de testes;
- IV - coordenar e realizar o processo de licenciamento de operadores de reatores nucleares, a qualificação de órgãos de supervisão técnica independente e a certificação da qualificação de supervisores de proteção radiológica para as áreas de reatores nucleares de potência, de pesquisa e de testes;
- V - prestar apoio técnico na avaliação de segurança nuclear e radiológica de instalações nucleares, radiativas, minero-industriais e depósitos de rejeitos radioativos;
- VI - executar as ações planejadas de resposta a emergências em reatores nucleares; e
- VII - apoiar e atender as demandas da Coordenação-Geral de Reatores e Ciclo do Combustível.

3.3 LABORATÓRIO DE POÇOS DE CALDAS - LAPOC

O Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC), localizado no sul de Minas Gerais na cidade de Poços de Caldas, é uma unidade gestora administrativa, nível coordenação, vinculada à DRS - Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).



Figura 8 - Laboratório de Poços de Caldas – LAPOC

A unidade atua em pesquisa e desenvolvimento na área nuclear. Além disso, a instituição presta serviço nas atividades de licenciamento e fiscalização de Instalações Nucleares e Instalações minero-industriais que processam minérios contendo urânio e/ou tório associados.

Suas atividades em emergência radiológica, pesquisa e desenvolvimento geram benefícios para a sociedade brasileira, pois a unidade trabalha em prol da segurança no uso da radiação. Nessa condição, as ações realizadas nas prestações desses serviços aumentam a agilidade e eficiência de resposta, minimizando o surgimento de novas emergências radiológicas.

Em janeiro de 2015, após uma avaliação criteriosa das atividades realizadas pelo LAPOC por parte da equipe de administração da CNEN, o LAPOC voltou a ser vinculado à DRS por meio da Resolução da Comissão Deliberativa da CNEN, número 183 de 13 de janeiro de 2015, publicada no Diário Oficial da União no. 9 de 14 de janeiro de 2015.

Os últimos anos vêm sendo permeados de conquistas e realizações que reforçaram a importância do LAPOC junto às comunidades local, nacional e internacional. Dentre estas, é possível mencionar: a primeira unidade a ser acreditada no Brasil em ensaios radiométricos pela ISO 17025; a inspeção residente realizada na unidade da INB no município de Caldas; ótimos resultados em testes de intercomparações de análises nacionais e internacionais; o estabelecimento de vários projetos em parceria com instituições de vulto nacional; a realização de eventos científicos e capacitações da área nuclear nas dependências de nossa unidade; a participação de nossa equipe em eventos internacionais e em projetos da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA); a primeira unidade da CNEN a estruturar um Programa de Gestão do Conhecimento abrangente, sistemático e integrado; a execução de 100% do orçamento destinado ao LAPOC; entre outros.

4 METODOLOGIA

A dissertação tem como objetivo realizar uma análise descritiva da perda individual de conhecimento dos setores analisados da CNEN, com foco nos fatores de atrito, conforme definidos no relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11. O propósito desta pesquisa é proporcionar uma compreensão abrangente e detalhada da avaliação do risco de perda de conhecimento de competência organizacional, com ênfase nos fatores de atrito mencionados no referido relatório.

Este estudo adotou uma abordagem quantitativa, centrando-se na coleta e análise de dados numéricos para responder às questões propostas. A pesquisa tem uma natureza aplicada e tem como foco principal demonstrar como o conhecimento adquirido por especialistas ativos em determinados setores do órgão regulador está se deteriorando dentro do intervalo de tempo estipulado. A principal ferramenta utilizada para a coleta de dados foi a realização de entrevista com especialista sênior do órgão regulador. A análise dessa entrevista permitirá a elaboração de uma metodologia que quantifica o risco de perda de conhecimento, evidenciando a importância de um eficaz gerenciamento do conhecimento para evitar essa perda.

Os resultados deste estudo revelam que o conhecimento adquirido por especialistas ativos na CODRE da CNEN ao longo da última década (2011-2021) está em processo de deterioração. Da mesma forma, durante o período entre 2018 e 2021, no LAPOC, também foi observada a perda de conhecimento entre os especialistas que atuaram nesse período.

Em relação aos objetivos da pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica do relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11, que aborda o estabelecimento, implementação e aprimoramento de programas de gestão do conhecimento, com foco na mitigação da perda crítica de conhecimento em organizações ligadas à energia nuclear. Além disso, o estudo incorpora gráficos que abrangem informações e fatores relevantes, bem como a coleta e análise dos dados obtidos a partir das entrevistas com os especialistas do órgão regulador.

A análise dos dados coletados será conduzida por meio da análise de conteúdo. Os resultados serão apresentados de maneira concisa e objetiva, com o auxílio de gráficos que ilustrarão as informações coletadas, o levantamento de dados e a análise das informações obtidas nas entrevistas.

Segundo o relatório técnico da AIEA N° NG-T-6.11, a primeira prioridade é identificar, capturar e reter o conhecimento crítico pelo funcionário que se aproxima da aposentadoria. É

importante desenvolver e implementar um plano de retenção do conhecimento para qualquer funcionário com o fator de risco. Esses funcionários podem ser promovidos, transferidos ou deixar a organização por outros motivos causando a perda de conhecimento crítico.

Nos tópicos a seguir, será explicado com mais detalhes a avaliação de risco de perda de competência organizacional e individual e os critérios dos fatores de risco baseado no relatório técnico, que foi a literatura utilizada nessa dissertação.

4.1 AVALIAÇÃO DE RISCO DE PERDA DE COMPETÊNCIA ORGANIZACIONAL

Conforme detalhado no relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11, é apresentada uma metodologia destinada a orientar a fase inicial da avaliação de risco de perda de competência organizacional. Essa metodologia proporciona um valioso suporte aos especialistas sêniores em cada setor de uma organização nuclear, permitindo a compreensão e enfrentar os riscos associados a essa perda de competência.

A avaliação de risco de perda de competência organizacional segue uma abordagem "de cima para baixo" que pode ser aplicada de forma eficaz em qualquer organização que possua um processo bem definido. Essa abordagem estabelece conexões significativas entre os objetivos das atividades, processos centrais, subprocessos e as necessidades de competência organizacional. Ela pode ser implementada de forma independente ou em conjunto com a avaliação individual do risco da perda de conhecimento (ARCP).

A avaliação do risco da perda de competência organizacional é um processo em três etapas, conforme mostra a figura 9:

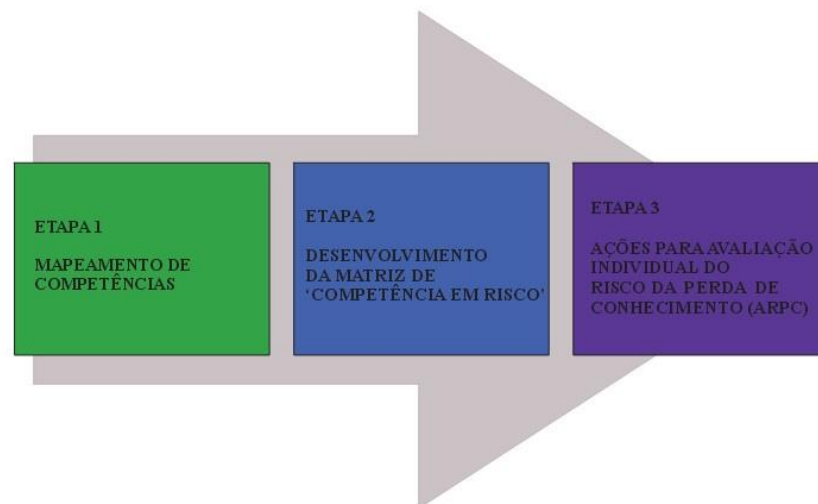


Figura 9 - Processo de avaliação de perda de competência organizacional. Adaptado.

Com base na figura 10, a primeira etapa, denominada "Mapeamento de Competências", se concentra na coleta das informações iniciais essenciais para a avaliação da competência sob risco. O processo de mapeamento desempenha um papel fundamental na visualização das funções e competências organizacionais existentes, permitindo a identificação dos pontos fortes e fracos da organização em relação aos objetivos das atividades em curso. A análise minuciosa dos processos e subprocessos das atividades resulta na identificação das competências dentro da organização.

A identificação das competências requer uma revisão e atualização contínua, uma vez que o ambiente que influencia as operações das atividades está em constante mutação devido a fatores internos e externos. Na criação do mapa de competência organizacional, os especialistas sêniores devem considerar cuidadosamente todas as informações que auxiliem na identificação das competências organizacionais que contribuem para a competência geral da organização.

A figura 10 mostra de maneira genérica como um mapa organizacional é definido para a avaliação de risco de perda de competências organizacional:

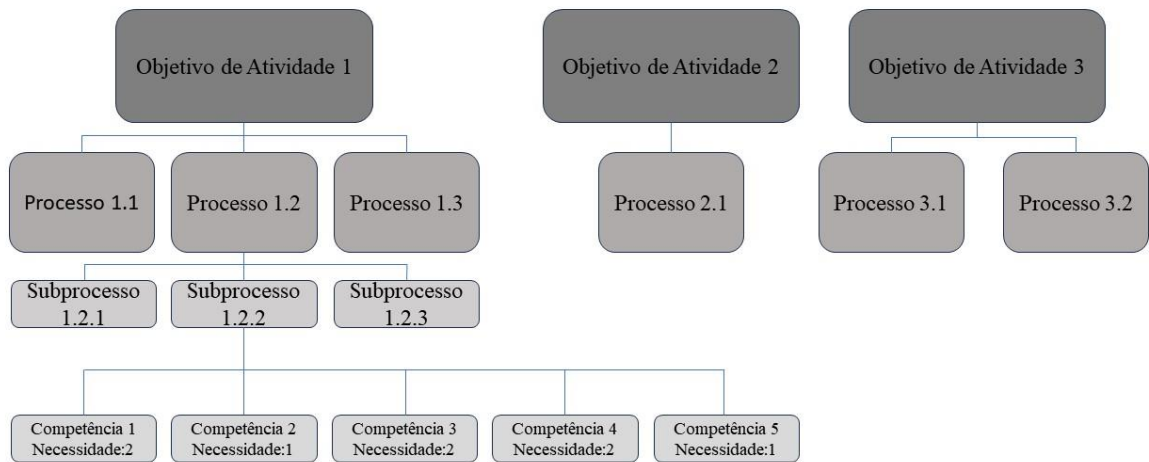


Figura 10 - Exemplo de mapeamento de competências organizacionais (adaptado)

A etapa 2 chamada de desenvolvimento da matriz de competências em risco, os gestores criam uma matriz de competências com base nas informações disponibilizadas pelo Recursos Humanos do setor (RH). O RH fornecerá as informações sobre a força de trabalho atual daquele setor, identificando as funções essenciais e não essenciais, avaliação futuras de possíveis ausências de competência devido a mudanças na estrutura organizacional, rotação de pessoal, envelhecimento e aposentadoria, e identificam opções para abordar qualquer questão de perda de conhecimento como por exemplo melhorias no processo, reorganização e eliminação de atividades não essenciais.

A matriz de competências é uma valiosa ferramenta de gestão que se concentra nas habilidades, conhecimentos e competências específicas essenciais para a execução de tarefas e funções dentro de uma organização. Frequentemente, é empregada para estruturar as competências necessárias a cargos ou funções específicas em uma empresa, atribuindo a cada função um conjunto correspondente de competências na matriz.

Por meio desse tipo de matriz, as organizações têm a capacidade de identificar discrepâncias, conhecidas como "lacunas de competência", que surgem entre as competências requeridas e aquelas que os colaboradores já possuem. Essa identificação é um passo crucial na direção do aprimoramento contínuo, pois permite à organização direcionar seus esforços de treinamento e desenvolvimento para melhorar as competências específicas que se encontram aquém do necessário.

A figura 11 mostra um exemplo de matriz de competência em risco desenvolvida para uma unidade organizacional:

Competência	1 (reator)	2 (turbina)	3 (elétrico)	4 (licenciamento)	5 (I&C)	Tempo	Nota/ARPC
Necessidade/ Disponibilidade de Atual	2/2	2/2	1/2	2/3	3/0		
Funcionário 1	X					CURTO PRAZO	APOSENTADORIA – Ação necessária
Funcionário 2		X					
Funcionário 3	X			X		MÉDIO PRAZO	Mudará em 4 meses – Ação necessária
Funcionário 4		X	X	X		LONGO PRAZO	Mudará em 6 meses – Ação necessária (especialista)
Funcionário 5			X	X			
Estado Futuro	2/1	2/1	1/1	2/1	3/0		
Risco Identificado	EM RISCO	EM RISCO		EM RISCO	EM RISCO		

Figura 11 - Exemplo de uma matriz de competências em risco de uma unidade organizacional. (Adaptado)

Ao construir a matriz, os gestores podem identificar os principais especialistas em diferentes áreas. Alguns deles podem estar perto da idade da aposentadoria ou planejando deixar a organização em breve. A previsão de curto prazo ajuda mostrar como o atrito pode afetar a competência organizacional, os processos centrais e de suporte e os objetivos as atividades.

A etapa 3 denominada ações, os gestores devem desenvolver um plano estratégico baseado no resultado da análise da matriz de competência em risco, abordando a competência organizacional e perda de conhecimento, e realizar ações corretivas.

4.2 AVALIAÇÃO DE RISCO DA PERDA DO CONHECIMENTO INDIVIDUAL

Segundo o relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11, nessa etapa são fornecidas a metodologia e as ferramentas para lidar com a perda de conhecimento específica associada a especialistas individuais próximos da aposentadoria ou rotação de funcionários sendo promovidos ou deixando a organização ou setor.

As ameaças de perda de conhecimento relacionadas ao atrito podem ser identificadas, priorizadas e tratadas usando o processo de três etapas para determinar um fator de risco total para cada funcionário da organização. Esse fator de risco total é determinado por uma data de desligamento projetada, que pode estar relacionada a aposentadoria, transferência ou outro atrito (fator de risco de atrito) e criticalidade do conhecimento e habilidades (fator de risco de posição ou cargo).

Esse trabalho vai focar na etapa 1 definida como Condução da Avaliação de Risco de Perda de Conhecimento, onde será descrito o fator de risco de atrito (FRA), o fator de risco de posição ou cargo (FRP) e o fator de risco total (FRT), que serão utilizadas no próximo capítulo para análise dos dados.

4.2.1 Fator de Risco de Atrito (FRA) e Fator de Risco de Posição (FRP)

Baseado no relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11, foi possível dar início ao processo de avaliação do risco associado à perda de competência organizacional, dividida em três etapas distintas. A primeira etapa, denominada "Condução da Avaliação de Risco de Perda de Conhecimento", tem por objetivo identificar os cargos e indivíduos que apresentam o maior e mais iminente potencial de perda de conhecimento.

O fator de risco de atrito é fundamentado na aposentadoria esperada ou na data de saída prevista. Essa data pode ser fornecida pelo próprio funcionário ou calculada com base em dados como idade e tempo de serviço. A determinação dos critérios utilizados para atribuir o fator de risco de atrito é apresentada de maneira detalhada na tabela 2.

Tabela 2 - Critérios do Fator de Risco de Atrito (FRA)

Fator de Risco de Atrito	Critério
5	Data de aposentadoria prevista para o ano atual ou o próximo ano
4	Data de aposentadoria prevista dentro de 3 anos a partir do ano atual
3	Data de aposentadoria prevista dentro de 4 anos a partir do ano atual
2	Data de aposentadoria prevista dentro de 5 anos a partir do ano atual
1	Data de aposentadoria prevista dentro de 6 anos a partir do ano atual

Após a identificação do fator de risco de atrito, a próxima etapa envolve a avaliação do fator de risco de posição ou cargo, o qual está diretamente relacionado à criticidade da função, bem como ao conhecimento e à experiência necessários para atender aos requisitos do cargo em questão. Ou seja, ele representa uma estimativa do grau de dificuldade ou do nível de esforço exigido para substituir o colaborador na função, conforme explicitado na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios do Fator de Risco de Posição (FRP)

Fator de Risco de Posição	Critério
5	Conhecimentos ou habilidades críticas e únicas; conhecimentos e habilidades críticos para missão organizacional com potencial de impacto significativos de confiabilidade ou segurança; conhecimento específico da organização ou local; conhecimento não documentado; requer 3 a 5 anos de treinamento e experiência; não há substituições prontas disponíveis.
4	Conhecimentos e habilidades críticas; conhecimentos e habilidades críticos para missão organizacional; existe alguma duplicação limitada em outras plantas ou locais e/ou alguma documentação; requer 2 a 4 anos de treinamento e experiência.
3	Conhecimentos e habilidades importantes e sistematizados; existe documentação e/ou outro pessoal no local possui o conhecimento e as habilidades; pessoas disponíveis e podem ser treinados em 1 a 2 anos.
2	Conhecimentos e habilidades procedimentais ou não essenciais à missão organizacional; existem procedimentos claros e atualizados; programas de treinamento são atuais e eficazes e podem ser concluídos em menos de 1 ano.
1	Conhecimentos e habilidades comuns; pessoas contratadas externamente que possuem o conhecimento e as habilidades estão prontamente disponíveis e exigem pouco treinamento adicional.

Os critérios que orientam a determinação do fator de risco de posição (ou cargo) têm como base as competências e habilidades únicas e cruciais que o colaborador detém, estimando, assim, o grau de complexidade ou esforço requerido para o preenchimento do cargo. Ao atribuir esse fator, o gestor da área deve levar em consideração diversas variáveis, como as responsabilidades e a trajetória de cada colaborador, funções formais e informais, além de outros fatores que sugerem que o colaborador pode possuir conhecimentos exclusivos e

fundamentais. A determinação do fator de risco de posição também deve considerar o impacto do desempenho do cargo na estrutura organizacional atual.

4.2.2 Fator de Risco Total (FRT)

Já o fator de risco total é determinado a partir do produto entre os fatores de risco de atrito e de posição:

$$FRT = FRA \times FRP, \quad (1)$$

e sua gradação é descrita nas diretrizes da tabela 4. A tabela 5 mostra um exemplo do cálculo do Fator de Risco Total.

Tabela 4 - Fator de Risco Total (FRT)

Fator de Risco Total	Prioridade
20-25	<u>ALTA PRIORIDADE</u> : Ação imediata necessária; planos de ação para substituição com prazos estabelecidos devem ser desenvolvidos e incluir: plano retenção do conhecimento, avaliação de gestão do conhecimento, treinamentos específicos e treinamento no trabalho ou acompanhamento com o titular.
16-19	<u>PRIORIDADE</u> : Planos de pessoal devem ser estabelecidos para abordar o método e o momento da substituição, esforços de recrutamento, treinamento e acompanhamento com o atual titular.
10-15	<u>ALTA IMPORTÂNCIA</u> : Antecipar a vaga que será preenchida, o trabalho que será realizado e a competência que será coberta; recrutamento em Universidades, programas de treinamento, melhorias de processos e novos investimentos.
1-9	<u>IMPORTANTE</u> : Reconhecer as funções dos cargos e determinar a necessidade de substituição.

Tabela 5 - Exemplo do cálculo do Fator de Risco Total (FRT)(Adaptado)

AValiação Total	Fator de Risco	PONTUAÇÃO
Atrito projetado dentro de 1 ano	Fator de atrito	5
Conhecimentos/Habilidades Críticas/Únicas	Fator de posição	5
FATOR DE RISCO TOTAL	5x5 = 25	

O gestor do setor, em colaboração com o RH, deve proceder a uma revisão conjunta dos resultados da avaliação de risco. A crítica avaliação do fator de risco de posição, atribuído pelo gestor do setor, desempenha um papel fundamental na garantia da precisão das classificações. É importante destacar que um alto desempenho individual não é, por si só, motivo para a atribuição de um fator de risco de posição elevado, e tais classificações devem ser ajustadas com base no risco real. Após a conclusão da revisão coletiva, o gestor e o RH identificam as áreas que demandam um plano de retenção de conhecimento e, em seguida, atribuem responsabilidades para a elaboração de um plano de desenvolvimento.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo será analisado e discutidos os resultados da pesquisa, que revelaram uma visão abrangente da situação da perda individual de conhecimento em setores específicos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) durante o período de 2011 e 2021. A pesquisa, que se baseou na metodologia definida no relatório técnico AIEA N° NG-T-6.11, adotou uma abordagem quantitativa com ênfase na coleta de dados numéricos, visando responder às questões de pesquisa.

O principal instrumento de coleta de dados consistiu em entrevistas com especialista sênior do órgão regulador. Essas entrevistas permitiram uma análise aprofundada das percepções e experiências desses especialistas, destacando a dinâmica da perda de conhecimento. A análise dessas entrevistas serviu de base para a elaboração de uma metodologia que quantifica o risco de perda de conhecimento, enfatizando a importância do gerenciamento do conhecimento para mitigar essa perda.

Um dos pontos significativos deste estudo foi a observação de que o conhecimento adquirido por especialistas ativos na Coordenação de Desenvolvimento de Recursos Humanos (CODRE) da CNEN, durante a última década (2011-2021), está em um processo de deterioração. Similarmente, no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Reatores Nucleares (LAPOC), no período entre 2018 e 2021, também foi constatada a perda de conhecimento entre os especialistas que atuaram nesse intervalo de tempo.

A revisão bibliográfica do relatório técnico da AIEA N° NG-T-6.11 forneceu uma base sólida para a análise desses resultados. Esse relatório se concentra no estabelecimento, implementação e aprimoramento de programas de gestão do conhecimento, com ênfase na mitigação da perda crítica de conhecimento em organizações relacionadas à energia nuclear. Os gráficos utilizados nesta dissertação representam informações e fatores cruciais, fornecendo uma visão detalhada dos resultados obtidos por meio da análise dos dados coletados.

5.1 COORDENAÇÃO DE REATORES - CODRE

Como mencionado no capítulo anterior, este estudo concentra-se na primeira etapa da Avaliação de Risco de Perda de Conhecimento Individual, conhecida como "Condução da Avaliação de Risco de Perda de Conhecimento." Nessa etapa, empregamos o Fator de Risco de Atrito (FRA), o Fator de Risco de Posição ou Cargo (FRP) e o Fator de Risco Total (FRT) para analisar e discutir os dados coletados da CODRE.

Através da entrevista conduzida com especialista sênior do órgão regulador, elaboramos tabelas anuais contendo informações e fatores descritos na metodologia. Esse acompanhamento foi realizado anualmente, de 2011 a 2021, considerando a percepção do gestor em relação à complexidade das tarefas executadas e o conhecimento de cada especialista regulador, de acordo com os critérios definidos na tabela do Fator de Risco Total (FRT).

A CODRE compreende quatro setores: SEASE, SEEMA, SESER e DIANG. A figura 12 exibe o gráfico com o número de reguladores ativos na CODRE nos últimos 10 anos (2011-2021):

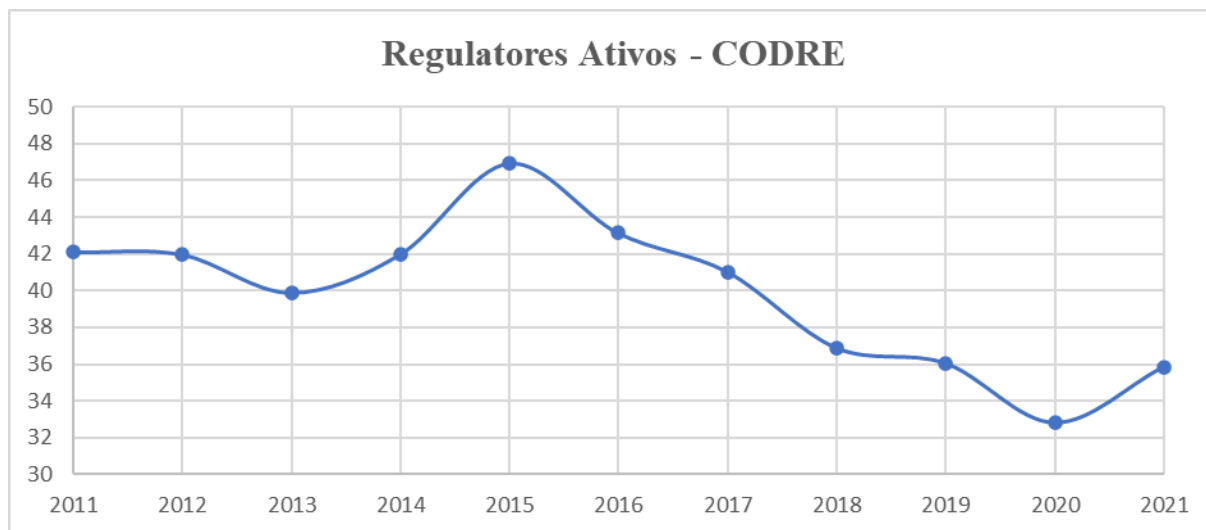


Figura 12 – Quantitativo de especialistas ativos na CODRE

Em 2014, houve a contratação de cinco novos reguladores por meio de seleção pública, elevando o quadro de especialistas em 2015. Entretanto, entre 2016 e 2020, diversos especialistas sêniores se aposentaram, reduzindo o número para 33 especialistas, o patamar mais baixo da coordenação. Em 2020-2021, alguns pesquisadores se transferiram para a CODRE de

outros institutos, mas a transição para reguladores requer treinamento, o que resultou em atrasos para integrar o quadro de funcionários operacionais do setor.

A crescente demanda por profissionais qualificados na área da energia nuclear, juntamente com o envelhecimento da força de trabalho, aumenta o risco de perda de conhecimento. Esse fenômeno é ilustrado na tabela 6, que representa o fator de risco total da avaliação individual da perda do conhecimento na CODRE.

Tabela 6 – Fator de Risco Total (FRT) - CODRE

CODRE = SEASE + SEEMA + SESER + DIANG			
Ano	Especialistas	Fator de Risco Total - CODRE	Per capita index
2011	42	230	5,5
2012	42	272	6,5
2013	40	253	6,3
2014	42	289	6,9
2015	47	313	6,7
2016	43	255	5,9
2017	41	233	5,7
2018	37	183	5,0
2019	36	174	4,8
2020	33	127	3,9
2021	36	139	3,9

A figura 13 mostra o fator de risco total (FRT) de cada setor da CODRE:

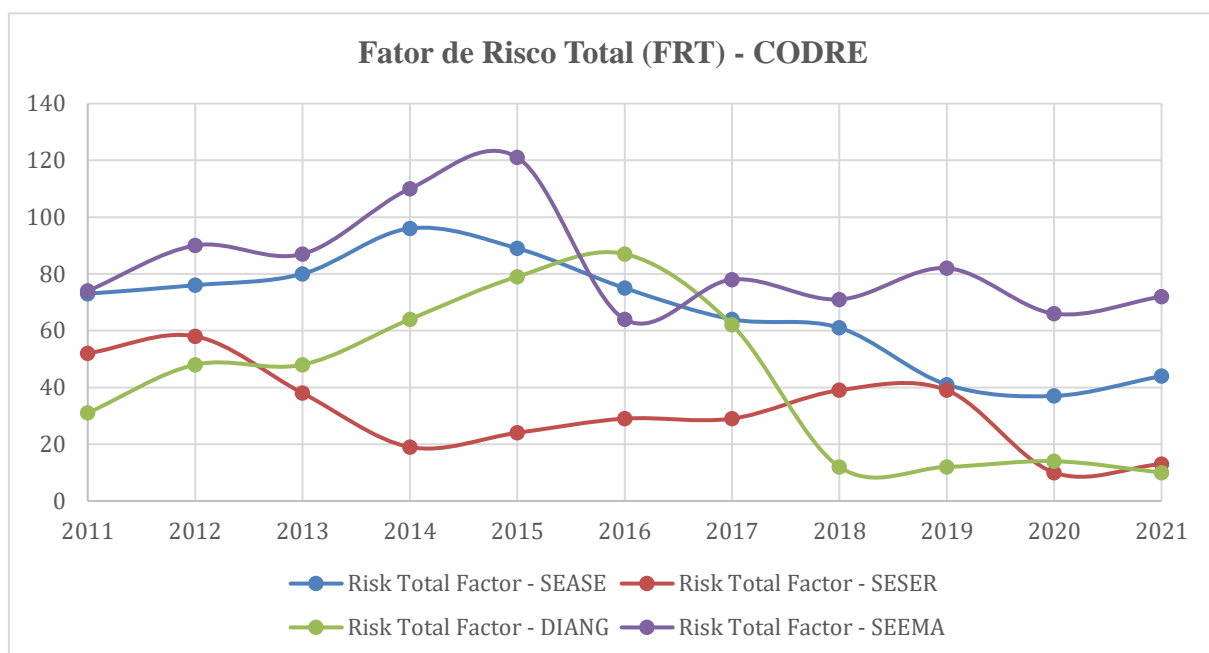


Figura 13 – Fator de Risco Total (FRT) - CODRE

Analisando isoladamente a Divisão de Avaliação de Segurança (SEASE), responsável pelas avaliações de segurança relacionadas a Neutrônica, Termohidráulica, PSA (*Probabilistic Safety Assessment* – Avaliação Probabilística de Segurança), Acidentes Graves e Fatores Humanos, ligada a CODRE, as tabelas 7 a 17 mostram os especialistas e a área de conhecimento, os fatores de risco de atrito (FRA), de posição (FRP) e total (FRT) entre os anos 2011 e 2021.

Tabela 7 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2011

SEASE - 2011					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	1	1
5	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	5	2	10
6	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	4	4
7	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
8	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
9	Engenharia Elétrica	Mestrado/doutorado Eng. Nuclear	2	3	6
10	Estatística	Mestrado Eng. Nuclear	3	2	6
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
12	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	4	3	12
13	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	2	4	8
14	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
15	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
16	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
17	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 8 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2012

SEASE - 2012					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	1	1
5	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	4	4
6	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
8	Engenharia Elétrica	Mestrado/doutorado Eng. Nuclear	3	3	9
9	Estatística	Mestrado Eng. Nuclear	4	2	8
10	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	3	15
12	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	3	4	12
13	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
14	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
15	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
16	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 9 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2013

SEASE - 2013					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2

4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	1	1
5	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	2	4	8
6	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
8	Engenharia Elétrica	Mestrado/doutorado Eng. Nuclear	4	4	16
9	Estatística	Mestrado Eng. Nuclear	5	3	15
10	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	3	4	12
12	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
13	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
14	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
15	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 10 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2014

SEASE - 2014					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2
5	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	3	4	12
6	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
8	Engenharia Elétrica	Mestrado/doutorado Eng. Nuclear	5	4	20
9	Estatística	Mestrado Eng. Nuclear	5	3	15
10	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5

11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	4	4	16
12	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	2	2	4
13	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
14	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
15	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 11 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2015

SEASE - 2015					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2
5	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	3	4	12
6	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
8	Engenharia Elétrica	Mestrado/doutorado Eng. Nuclear	5	4	20
9	Engenharia da Computação	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
10	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	4	20
12	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	3	2	6
13	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
14	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
15	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
16	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 12 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2016

SEASE - 2016					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2
5	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	4	4	16
6	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
8	Engenharia da Computação	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
9	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
10	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	4	20
12	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	4	2	8
13	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
14	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
15	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 13 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2017

SEASE - 2017					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2

5	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	4	20
6	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
8	Engenharia da Computação	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
9	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
10	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	2	10
12	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
13	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
14	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 14 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2018

SEASE - 2018					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2
5	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	4	20
6	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
7	Engenharia da Computação	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
8	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
9	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
10	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	2	10
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
12	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
13	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 15 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2019

SEASE - 2019					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2
5	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
6	Engenharia da Computação	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
8	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
9	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	5	2	10
10	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
11	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
12	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 16 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2020

SEASE - 2020					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	4	4
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	4	4
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2
5	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	4	4
6	Engenharia da Computação	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2

7	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
8	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
9	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
10	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
11	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Tabela 17 - Especialistas e Área de conhecimento SEASE 2021

SEASE - 2021					
ESPECIALISTAS	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
2	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	4	4
3	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	4	4
4	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Mecânica	1	2	2
5	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	2	4	8
6	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	2	2
7	Engenharia da Computação	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
8	Engenharia Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
9	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
10	Matemática	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	1	1
11	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	3	3
12	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear	1	5	5
13	Engenharia Elétrica	*****	1	3	3

Ao analisar os anos em questão, observamos uma redução no conhecimento disponível, visto que em 2011 a SEASE contou com 17 especialistas, mas após uma década, em 2021, esse número diminuiu para 13 dentro da mesma divisão. Mais preocupante é o fato de que não houve substituição de especialistas nas áreas de conhecimento; pelo contrário, a área sofreu perdas

notáveis, incluindo um estatístico, um físico, um engenheiro eletricista, um engenheiro químico e um engenheiro da computação.

A tabela 18 fornece informações sobre a perda de conhecimento na SEASE (CODRE) e destaca que a substituição de reguladores seniores sem um acompanhamento adequado ao resultado na perda de conhecimento. Isso ressalta a necessidade de desenvolver um plano de retenção de conhecimento para preservar o conhecimento crítico dos reguladores seniores.

Tabela 18 – Fator de Risco Total – SEASE – CODRE

SEASE - CODRE			
Ano	Especialistas	Fator de Risco Total - SEASE	Per capita index
2011	17	73	4,3
2012	16	76	4,8
2013	15	80	5,3
2014	15	96	6,4
2015	16	89	5,6
2016	15	75	5,0
2017	14	64	4,6
2018	13	61	4,7
2019	12	41	3,4
2020	11	37	3,4
2021	13	44	3,4

A figura 14 mostra o quantitativo de especialistas versus o fator de risco total (FRT) na SEASE – CODRE:

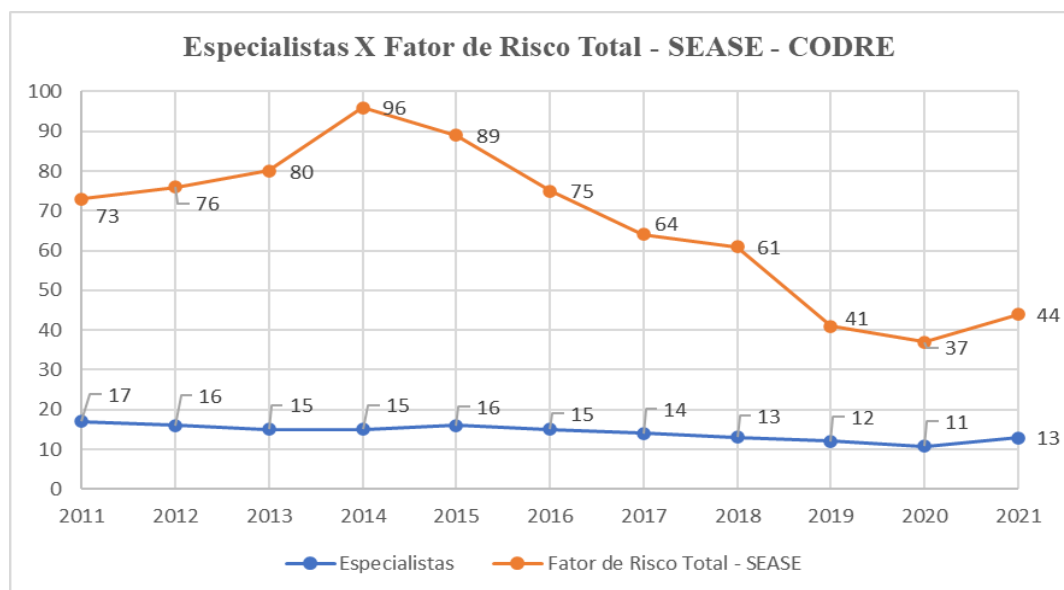


Figura 14 – Especialistas X Fator de Risco Total (FRT) – SEASE - CODRE

A demanda por trabalhadores qualificados na área da energia nuclear está aumentando rapidamente, e ao mesmo tempo, uma força de trabalho envelhecida está aumentando o risco de perda do conhecimento. Esse ponto fica evidenciado na figura 14 como na figura 15, que mostra o fator de risco total (FRT) na CODRE.

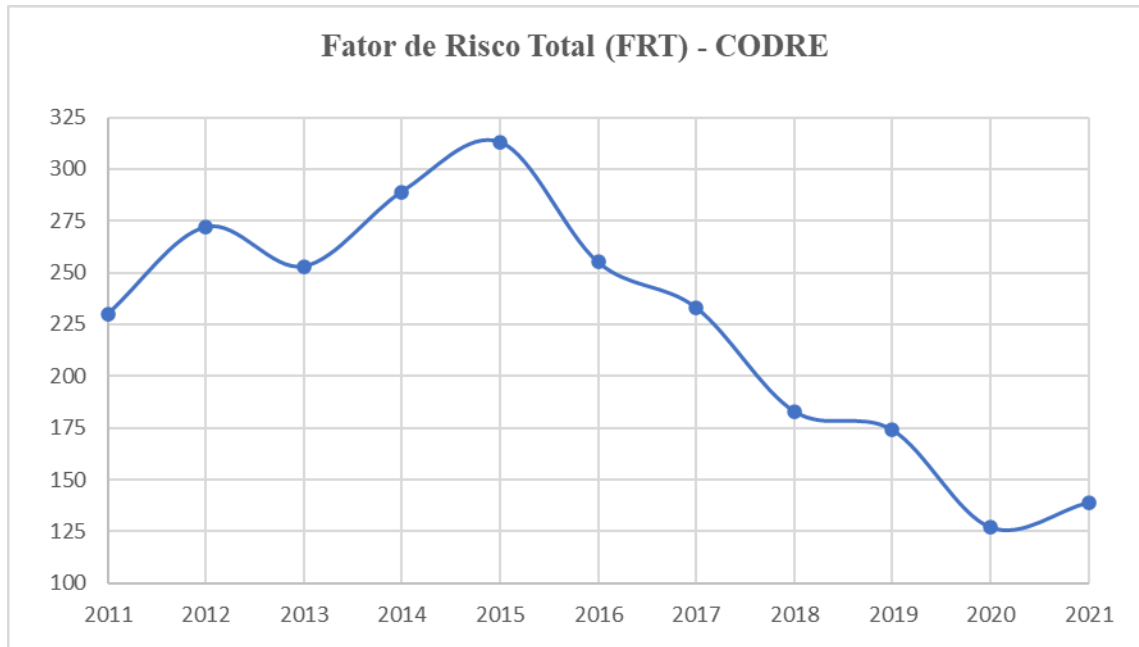


Figura 15 – Fator de Risco Total (FRT) - CODRE

5.2 LABORATÓRIO DE POÇOS DE CALDAS - LAPOC

Assim como na CODRE, também será utilizado a mesma etapa no LAPOC, que corresponde a Avaliação de Risco de Perda de Conhecimento Individual, conhecida como "Condução da Avaliação de Risco de Perda de Conhecimento." Nessa etapa, empregamos o Fator de Risco de Atrito (FRA), o Fator de Risco de Posição ou Cargo (FRP) e o Fator de Risco Total (FRT) para analisar e discutir os dados coletados no LAPOC.

Segundo Alfenas et al. (2022), O processo de conscientização e a introdução inicial à Gestão do Conhecimento no LAPOC/CNEN tiveram início entre 2015 e 2018. Quatro membros da equipe participaram de um evento internacional de capacitação chamado Escola de Gestão do Conhecimento Nuclear, uma iniciativa conjunta da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e do Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam (ICTP). Esse evento desempenhou um papel fundamental no aprendizado inicial e na ênfase da importância da Gestão do Conhecimento local.

Em fevereiro de 2018, um Grupo de Trabalho de Gestão do Conhecimento (GTGC) informal foi estabelecido, juntamente com a implementação de um projeto piloto. No final de 2018, após uma avaliação positiva do piloto pelo GTGC e pela liderança local, a decisão foi tomada para dar continuidade e expandir as atividades do Programa de Gestão do Conhecimento no LAPOC/CNEN.

Através de entrevistas conduzidas pelo Grupo de Trabalho de Gestão do Conhecimento, foi elaborado uma tabela contendo informações e fatores descritos na metodologia. Esse acompanhamento foi entre os anos de 2018 e 2021, considerando a percepção do gestor em relação à complexidade das tarefas executadas e o conhecimento de cada especialista regulador, de acordo com os critérios definidos na tabela do Fator de Risco Total (FRT).

A tabela 19 mostra os servidores ativos após o levantamento feito entre os anos de 2018 e 2021, cargo/nível, área de conhecimento, especialização, e os fatores de risco de atrito (FRA), de posição (FRP) e total (FRT):

Tabela 19 – Servidores LAPOC

LAPOC						
SERVIDORES	CARGO/NÍVEL	ÁREA DE CONHECIMENTO	ESPECIALIZAÇÃO	FATOR DE RISCO DE ATRITO	FATOR DE RISCO DE POSIÇÃO	FATOR DE RISCO TOTAL
1	Assistente/Médio	Pedagogia	***	5	2	10
2	Assistente/Médio	Gestão Pública	***	1	1	1
3	Tecnologista/Superior	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado em Eng. Mecânica	1	5	5
4	Técnico/Médio	Eletrônica (técnico)	***	5	4	20
5	Assistente/Médio	Matemática/Gestão Pública	***	1	2	2
6	Pesquisador/Superior	Engenharia Química	Mestrado Eng. Metalúrgica/Doutorado Química	5	4	20
7	Técnico/Médio	Engenharia Química	***	1	2	2
8	Técnico/Médio	Laboratório (técnico)	***	5	2	10
9	Analista/Superior	Letras	Mestrado Sistemas de Gestão	1	4	4
10	Assistente/Médio	Não Informado	***	1	1	1
11	Analista/Superior	Engenharia Mecânica	Mestrado/Doutorado em Eng. Mecânica	1	4	4
12	Assistente/Médio	Empreendedorismo	***	1	1	1
13	Técnico/Médio	Engenharia Elétrica/Eletrônica	Mestrado em Ciências e Eng. de Materiais	4	4	16
14	Pesquisador/Superior	Engenharia Ambiental	Mestrado/Doutorado em Geociências	1	4	4

15	Pesquisador/Superior	Ciências Biológicas	Mestrado/Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos	5	4	20
16	Tecnologista/Superior	Química	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear na Agricultura	5	5	25
17	Tecnologista/Superior	Marketing	***	1	1	1
18	Tecnologista/Superior	Física	Mestrado/Doutorado Eng. Nuclear na Agricultura	5	5	25
19	Técnico/Médio	Gestão da Tecnologia da Informação	***	1	3	3
20	Técnico/Médio	Ciências	***	5	4	20
21	Técnico/Médio	Gestão Ambiental	***	5	4	20
22	Analista/Superior	Administração de Empresas	Mestrado Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade/Doutorado Ciências da Linguagem	1	2	2
23	Técnico/Médio	Matemática/Geografia	***	5	4	20
24	Tecnologista/Superior	Química	Mestrado/Doutorado Química Analítica	5	3	15
25	Pesquisador/Superior	Engenharia Elétrica	Mestrado/Doutorado Engenharia Elétrica	1	3	3
26	Técnico/Médio	Não Informado	***	5	1	5
27	Tecnologista/Superior	Física	Mestrado Física Aplicada à Medicina e à Biologia/Doutorado Energia Nuclear na Agricultura e no Meio Ambiente	1	5	5
28	Técnico/Médio	Não Informado	***	5	2	10
29	Analista/Superior	Administração de Empresas	Mestrado Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida (Qualidade de Vida no Trabalho)	1	3	3
30	Técnico/Médio	Direito	***	5	4	20
31	Pesquisador/Superior	Química	Doutorado Química	1	4	4
32	Assistente/Médio	Gestão Pública	***	1	4	4
33	Técnico/Médio	Direito	Mestrado Física	1	1	4
34	Técnico/Médio	Física	Mestrado Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade	1	4	4
35	Analista/Superior	Administração de Empresas	Mestrado Administração de Empresas	5	3	15
36	Assistente/Médio	Fonoaudiologia	Mestrado Eng. Elétrica	1	2	2
37	Técnico/Médio	Não Informado	***	5	4	20
38	Assistente/Médio	Gestão Pública	***	4	1	4

Total FRT	354
------------------	------------

Ao analisar os dados, foi observado o envelhecimento dos servidores do LAPOC. Há uma necessidade de um acompanhamento de servidores que estão próximos da aposentadoria, ressaltando a necessidade de desenvolvimento de um plano de retenção de conhecimento para preservar o conhecimento crítico dos servidores seniores. A figura 16 mostra o fator de risco total (FRT) referente aos servidores do LAPOC:

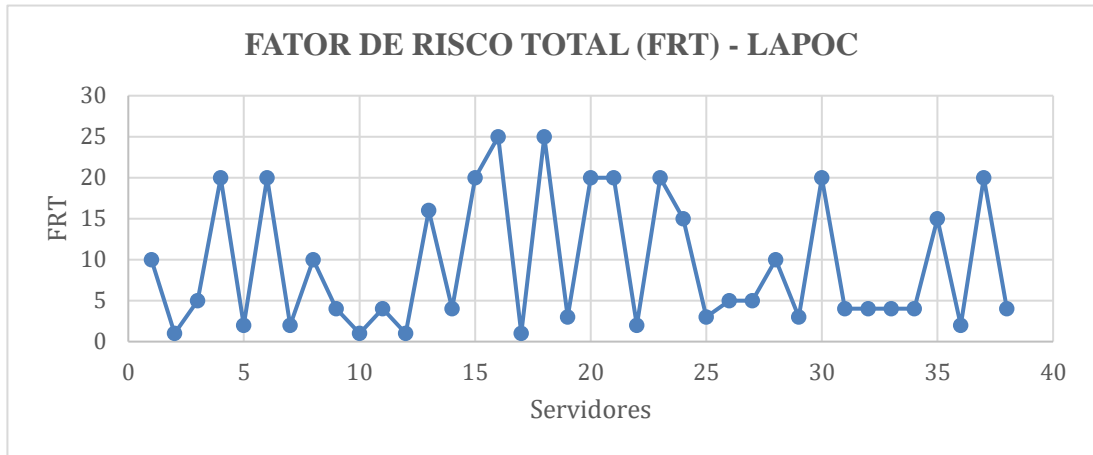


Figura 16: Fator de Risco Total (FRT) – LAPOC

Conforme mencionado no relatório técnico, o Fator de Risco Total (FRT) é calculado multiplicando os Fatores de Risco de Atrito e de Posição, e o resultado desse cálculo é usado para determinar a classificação, conforme descrito nas orientações apresentadas na Tabela 4, como explicado detalhadamente no Capítulo 4. Utilizando essas diretrizes, a análise foi conduzida em relação ao número de servidores, conforme demonstrado na Tabela 19. Após essa análise, a tabela 20 destaca quantidade e o percentual de servidores de cada prioridade descrita na tabela 4:

Tabela 20 – Prioridade FRT - LAPOC

Prioridade FRT - LAPOC				
SERVIDORES	ALTA PRIORIDADE (20-25)	PRIORIDADE (16-19)	ALTA IMPORTÂNCIA (10-15)	IMPORTANTE (1-9)
38	10	3	3	22
%	26,30%	7,90%	7,90%	57,90%

Essas informações nos mostram que o LAPOC precisar iniciar um plano de retenção do conhecimento, conforme sugerido pelo relatório técnico. 10 servidores estão na faixa de alta prioridade (entre 20-25 pontos), sendo 2 servidores com 25 pontos e 8 servidores com 20 pontos. Isso significa que há uma necessidade de uma ação imediata de retenção do conhecimento crítico desses servidores que estão próximos da aposentadoria. Já na faixa prioridade (entre 16-19 pontos), temos 3 servidores que também precisam entrar no plano de retenção do conhecimento, pois esses funcionários podem ser promovidos, transferidos ou deixar a organização por outros motivos causando a perda do conhecimento.

6 CONCLUSÃO

A implementação bem-sucedida de um programa nuclear requer não apenas um compromisso robusto com a segurança e a utilização da energia nuclear para fins pacíficos, mas também uma atenção cuidadosa às complexidades da infraestrutura nacional. Desde o início do processo, passando pela tomada de decisão em utilizar a energia nuclear em sua matriz energética até o descomissionamento seguro de uma usina nuclear e a deposição final dos rejeitos oriundos pode levar cem anos. Ao adotar os marcos estabelecidos pela AIEA, fica claro que o Brasil está expandindo seu programa nuclear, enfrentando desafios que vão além do investimento financeiro.

O presente trabalho, ao avaliar quantitativamente a perda individual de conhecimento nos setores específicos do órgão regulador brasileiro, destaca a necessidade urgente de atualização do gerenciamento do conhecimento nuclear. Os resultados revelam lacunas que, se não abordadas, podem comprometer a eficácia do programa nuclear no médio/longo prazo.

Além disso, a escassez de recursos humanos indicada a importância de iniciativas para atrair e reter talentos no setor nuclear. O investimento em capacitação e desenvolvimento profissional torna-se essencial para garantir que o Brasil disponha de especialistas treinados capazes de enfrentar os desafios complexos associados à energia nuclear.

A partir da metodologia aplicada nessa dissertação, pode-se concluir que a perda de conhecimento em setores específicos do órgão regulador foi considerável na última década. Também, a mesa pode ser utilizada inclusive por tomadores de decisão no momento de divisão de vagas em concursos públicos para o setor, privilegiando áreas onde houve maior perda como um dos critérios.

Finalmente, recomenda-se a implementação de medidas específicas, como programas de treinamento contínuo, parcerias estratégicas com instituições acadêmicas e a criação de políticas que incentivem a participação de profissionais envolvidos no setor nuclear. Somente por meio dessas ações concretas, o Brasil poderá fortalecer sua base de conhecimento e recursos humanos, garantindo um desenvolvimento sustentável e seguro de seu programa nuclear.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Emmanuel P.; SANTIAGO, Angelie de C. Mapeamento de conhecimento: localizando as fontes de riqueza de uma organização. Disponível em: <abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2001_TR82_0493.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2023.

AVALI, M., LEIDNER, D. E. Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 25(1), 107-136, 2001.

ALFENAS, Ricardo A. S.; SANTOS, Carlos S.; DIAS, Danila C. S.; ARAÚJO, Vívian G. B.; SILVA, Daniela V. F. M. R. Gestão do conhecimento nuclear: Etapas e produtos da implantação de modelo no LAPOC/CNEN. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, João Pessoa, v. 12, número especial, p. 86-104, mar. 2022.

BARBALHO, Celia Regina Simonetti; INOMATA, Danielly Oliveira; FERNANDES, Tatiana Brandão. Mapeamento do conhecimento crítico para a formação do bibliotecário: uma abordagem metodológica. *REBECIN*, São Paulo, v. 8, p. 01-26, 2021. DOI:10.24208/rebin.v8i.292.

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnen/pt-br>> Acesso em: 12 ago.2023.

CROSS, R. L.; PARKER, A. O poder oculto das redes sociais: entendendo como o trabalho realmente é feito nas organizações. Boston: Harvard Business School Publishing, 2004.

DAVENPORT, Thomas H., PRUSAK, L. Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual; tradução de Lenke Peres. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.– 10ª reimpressão.

GARIBA JÚNIOR, Maurício. Gestão do conhecimento. 2. ed. – Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2011.

IAEA Library Cataloguing in Publication Data. Names: International Atomic Energy Agency. Title: Knowledge loss risk management in nuclear organizations / International Atomic Energy Agency. Description: Vienna : International Atomic Energy Agency, 2017. | Series: IAEA nuclear energy series, ISSN 1995–7807 ; no. NG-T-6.11 | Includes bibliographical references. Identifiers: IAEAL 17-01126 | ISBN 978–92–0–101816–8 (paperback : alk. paper) Subjects:

LCSH: Nuclear power plants — Employees. | Nuclear facilities. | Knowledge management. | Risk management. Classification: UDC 621.039:005.94| STI/PUB/1734.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 30.401: 2018 Knowledge management systems: requirements. Geneva, Switzerland: ISO, 2018.

JENNEX, M. Literature reviews and the review process: an editor-in-chief's perspective. Communications of the Association for Information Systems, v. 36, article 8, 2015.

LAPOC – Laboratório de Poços de Caldas. Disponível em: < <https://www.gov.br/lapoc/pt-br>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

Mapa conceitual de gestão do conhecimento. Disponível em:<<https://lisianegc.wordpress.com/2011/04/20/mapa-conceitual-de-gestao-do-conhecimento/>>. Acesso em: 04 jul. 2023.

Milestones in the development of a national infrastructure for nuclear power. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015. p.; 24 cm. — (IAEA nuclear energy series, ISSN 1995–7807; no. NG-G-3.1, rev. 1) STI/PUB/1704 ISBN 978–92–0–104715–1. Includes bibliographical references.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H. The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. New York: Oxford University Press, 1995.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H. Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. 1997, Rio de Janeiro: Campus.

PERAZZO FILHO, Brailito. O conhecimento tácito e a aprendizagem baseada em problemas no Curso de Medicina da UESB: aproximações e reflexões. 2009. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

Práticas de GC: Mapeamento de Conhecimento Crítico – Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento (SBGC). Disponível em: <<http://www.sbgc.org.br/blog/pratica-de-gc-mapeamento-de-conhecimento-critico#:~:text=Conhecimento%20cr%C3%ADtico%2C%20ou%20conhecimento%20estrat%C3%A9gico,um%20m%C3%A9todo%20de%20priorizar%20quais>> .Acesso em 06 set.2023.

SANTOS, N.; RADOS, G. J. V. Fundamentos teóricos de gestão do conhecimento – Florianópolis: Pandion, 2020.

SENGE, Peter M. A Quinta Disciplina - A arte e prática da organização que aprende. – 29ª ed. – Rio de Janeiro: BestSeller, 2013.

TAKEUCHI, Hirotaka; NONAKA, Ikujiro. Gestão do conhecimento. Editora Bookmam, 2008.

VON KROGH, G., ICHIJO K., NONAKA I., Facilitando a Criação do Conhecimento: Reinventando a Empresa com o Poder da Inovação Continua. 2001, Rio de Janeiro: Campus.

WIIG, K.M. Knowledge Management: an introduction and perspective. The Journal of Knowledge Management, vol. 1, n. 1, p. 6-14, September, 1997.