

INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

IEN

JAQUELINE TAVARES VIANA DE SOUZA

**USO DA LÓGICA FUZZY PARA DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO
PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NUCLEAR: APLICAÇÃO NO
LABORATÓRIO DE INTERFACES HUMANO-SISTEMA (LABIHS) DO
INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR**

**Rio de Janeiro
FEVEREIRO 2021**

JAQUELINE TAVARES VIANA DE SOUZA

**USO DA LÓGICA FUZZY PARA DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO
PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NUCLEAR: APLICAÇÃO NO
LABORATÓRIO DE INTERFACES HUMANO-SISTEMA (LABIHS) DO
INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR**

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 Ciências e Tecnologias Nucleares.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Henrique dos Santos Grecco
Orientador: Prof. Dr. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho

Rio de Janeiro
FEVEREIRO 2021

SOUZ Souza, Jaqueline Tavares Viana de

Uso da lógica fuzzy para desenvolvimento de um método para gestão do conhecimento nuclear: aplicação no laboratório de interfaces humano-sistemas do Instituto de Engenharia Nuclear / Jaqueline Tavares Viana de Souza. – Rio de Janeiro: CNEN/IEN,2021.

107fl.; 31 cm.

Orientador: Cláudio Henrique dos Santos Grecco

Orientador: Paulo Victor Rodrigues de Carvalho

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Engenharia Nuclear, PPGIEN, 2021.

1. Lógica Fuzzy. 2. Gestão do Conhecimento. 3. Fatores críticos de sucesso. 4. Nuclear.

**USO DA LÓGICA FUZZY PARA DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO
PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NUCLEAR: APLICAÇÃO NO
LABORATÓRIO DE INTERFACES HUMANO-SISTEMA (LABIHS) DO
INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR**

JAQUELINE TAVARES VIANA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEARES DO INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR COMO REQUISITO PARCIAL NECESSÁRIO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA NUCLEARES.

Aprovada por:

Prof. Cláudio Henrique dos Santos Grecco, D.Sc.

Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, D.Sc.

Prof. Antonio Carlos de Abreu Mol, D.Sc.

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
FEVEREIRO 2021

AGRADECIMENTOS

Ao Criador do universo, por ter simulado inúmeras coincidências que me trouxeram aqui, a toda minha família pelo respeito as minhas escolhas!

Ao meu orientador, professor e amigo Cláudio Grecco que incondicionalmente persistiu por inúmeras vezes até me fazer enxergar o quão transformador é o caminho do conhecimento.

Ao meu orientador Paulo Victor, pelos ensinamentos enriquecedores, pelo incentivo, liberação e apoio para realização da minha pesquisa. Além de permitir fazer parte da equipe de pesquisadores do SEESC.

Ao professor Carlos Alberto Nunes Cosenza, pela consideração; pelos ensinamentos e incentivo à adoção da Lógica Fuzzy neste trabalho de dissertação.

Ao professor membro da Banca Examinadora, Antonio Carlos Mol, que aceitou participar e contribuir com este trabalho.

À equipe do LABHIS pelo apoio e interesse dispensados no decorrer deste trabalho.

Agradeço a todos os funcionários do IEN, em especial ao Diretor Fabio Staude, que mesmo em um cargo de tanta significância, responsabilidade e importância, sempre ofereceu apoio com entusiasmo e carisma quando solicitado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra apoiaram para o êxito deste trabalho.

“Coincidência é a maneira que Deus encontrou para permanecer no anonimato.”

Albert Einstein

RESUMO

A implantação de um processo de gestão do conhecimento requer a utilização de práticas e modelos de tomada de decisão que privilegiem a disseminação e o compartilhamento eficiente em todos os níveis hierárquicos. Existe uma diversidade de fatores críticos de sucesso na implementação e avaliação da gestão do conhecimento. Deste modo, as organizações da área nuclear, que lidam com tecnologias perigosas, precisam avaliar os fatores que irão influenciar o sucesso de uma iniciativa de gestão do conhecimento sob pena de termos grande dificuldades no alcance dos objetivos e metas propostas nesta área, podendo colocar em risco o uso seguro de instalações e tecnologias nucleares. As avaliações dos fatores críticos de sucesso são subjetivas, baseadas em julgamentos humanos. Esta dissertação apresenta um método de avaliação da gestão do conhecimento em organizações nucleares que utiliza fatores críticos de sucesso e adota os princípios da lógica fuzzy, uma técnica de inteligência artificial, para lidar com a subjetividade e a consistência dos julgamentos humanos na avaliação desses fatores.

O método foi aplicado no Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABIHS) do Instituto de Engenharia Nuclear. Os resultados mostraram que o método é uma boa ferramenta de avaliação para elaboração de estratégias de gestão do conhecimento nuclear.

Palavras-chave: Logica Fuzzy, Gestão do Conhecimento, Fatores Críticos de Sucesso, Nuclear.

ABSTRACT

The implementation of a knowledge management process requires the use of decision-making practices and models that favor the dissemination and efficient sharing at all hierarchical levels. There is a diversity of critical success factors in the implementation and evaluation of knowledge management. Thus, nuclear organizations, which deal with dangerous technologies, need to evaluate the factors that will influence the success of a knowledge management initiative, with the penalty of having great difficulties in achieving the objectives and goals proposed in this area and may jeopardize the safe use of nuclear facilities and technologies. Evaluations of critical success factors are subjective, based on human judgments. This dissertation presents a method of evaluating knowledge management in nuclear organizations that uses critical success factors and adopts the principles of fuzzy logic, an artificial intelligence technique, to deal with the subjectivity and consistency of human judgments in the evaluation of these factors.

The method was applied at the Laboratory of Human-Systems Interfaces of the Nuclear Engineering Institute. The results showed that the method is a good evaluation tool for the elaboration of nuclear knowledge management strategies.

Keywords: Fuzzy logic, Knowledge management, Critical success factors, Nuclear

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Relação entre os modos de conversão para criação do conhecimento (adaptado de NONAKA e TAKEUCHI, 1997).	23
Figura 2- Estruturação do processo de gestão do conhecimento (adaptado de BUKOWITZ, 2002).	26
Figura 3- Operações entre conjuntos fuzzy: (a) união; (b) intersecção; (c) complemento.	41
Figura 4- Representação gráfica dos números fuzzy: (a) triangular; (b) trapezoidal.	42
Figura 5- Funções de pertinência dos termos linguísticos para a variável “temperatura”.	44
Figura 6- Etapas do raciocínio fuzzy.	45
Figura 7- Etapas da segunda parte do método.	53
Figura 8- As variáveis linguísticas, os termos linguísticos e os gráficos das funções de pertinência.	56
Figura 9- Representação da área de intersecção de duas opiniões fuzzy (I e MI).	59
Figura 10- Representação da área de união de duas opiniões fuzzy (I e MI).	59
Figura 11- Etapas da terceira parte do método.	63
Figura 12- Funções de pertinência dos números fuzzy para os termos linguísticos na avaliação dos graus de atendimento dos FCS.	64
Figura 13- Força de trabalho do IEN.	68
Figura 14- Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABIHS) do Instituto de Engenharia Nuclear (FONTE: www.ien.gov.br).	70
Figura 15- Representação gráfica dos graus de importância dos especialistas.	73
Figura 16- Função de pertinência do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.	81
Figura 17- Representação gráfica dos graus de atendimento do LABHIS ao padrão de gestão do conhecimento.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estrutura proposta de fatores críticos de sucesso.	50
Tabela 2- Avaliação dos fatores críticos de sucesso.....	51
Tabela 3- Números fuzzy para os termos linguísticos.....	56
Tabela 4- Valores das áreas de interseção das opiniões fuzzy.	58
Tabela 5- Valores das áreas de união das opiniões fuzzy.....	59
Tabela 6- Exemplo de um estabelecimento de padrão para tema “aprendizagem com o ambiente”.....	62
Tabela 7- Números fuzzy para os termos linguísticos na avaliação dos graus de atendimento dos FCS.....	64
Tabela 8- Apuração dos dados coletados dos especialistas.....	73
Tabela 9- Termos linguísticos usados pelos especialistas na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.....	75
Tabela 10- Valores da área de interseção das opiniões dos especialistas na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.	76
Tabela 11- Valores da área de união das opiniões dos especialistas na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.....	76
Tabela 12- Matriz de concordância entre os especialistas na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.....	77
Tabela 13- Valores da concordância relativa de cada especialista na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.....	78
Tabela 14- Valores do grau de concordância relativa de cada especialista na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.	79
Tabela 15- Valores do coeficiente de consenso de cada especialista, especialista na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.....	80
Tabela 16- Avaliação dos FCS para LABHIS.....	82
Tabela 17- Hierarquização dos valores do grau de importância dos FCS para o LABHIS.....	83
Tabela 18- Resultado da avaliação dos FCS pelos servidores do LABHIS.	85

Tabela 19- Valores dos graus de atendimento dos FCS de acordo com a opinião dos servidores do LABHIS.	86
Tabela 20- Valores das médias fuzzy dos graus de atendimento dos FCS de acordo com a opinião dos servidores do LABHIS.	88
Tabela 21- Valores dos graus de atendimento do LABHIS ao padrão de gestão do conhecimento.....	89

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

CNEN	-	Comissão Nacional de Energia Nuclear
FCS	-	Fatores críticos de sucesso
GC	-	Gestão do Conhecimento
GCN	-	Gestão do conhecimento nuclear
IAEA	-	International Atomic Energy Agency
IEN	-	Instituto de Engenharia Nuclear
LABIHS	-	Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas
MCTI	-	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
NEA	-	Nuclear Energy Agency
ONU	-	Organização das Nações Unidas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	15
1.2 QUESTÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA.....	18
1.2.1 QUESTÃO DA PESQUISA.....	18
1.2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	18
1.3 METODOLOGIA.....	19
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO E CONTRIBUIÇÕES.....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 O CONHECIMENTO	21
2.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO.....	24
2.3 GESTÃO DO CONHECIMENTO NUCLEAR.....	28
2.4 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO	31
2.5 LÓGICA <i>FUZZY</i>	37
2.5.1 CONJUNTOS <i>FUZZY</i>	38
2.5.2 NÚMEROS <i>FUZZY</i>	41
2.5.3 VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS	43
2.5.4 RACIOCÍNIO <i>FUZZY</i>	44
2.5.5 MÉTODOS <i>FUZZY</i> DE TOMADA DE DECISÃO	46
3 O MÉTODO DE AVALIAÇÃO	49
3.1 A ESTRUTURA DE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO	49
3.2 DETERMINAÇÃO DO PADRÃO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO	52
3.3 AVALIAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO	63
4 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO	67
4.1 O INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR.....	67
4.2 O LABORATÓRIO DE INTERFACES HUMANO-SISTEMAS (LABIHS)	69
5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO	71
5.1 DETERMINAÇÃO DO PADRÃO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO DO LABHIS.....	71
5.2 AVALIAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO DO LABHIS	84
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	91

6.1 CONCLUSÕES.....	91
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	93
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
APÊNDICES.....	98

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado o tema da dissertação, a questão e os objetivos da pesquisa, bem como a metodologia adotada na pesquisa, a estrutura do trabalho e contribuições.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A gestão do conhecimento é reconhecida como um recurso estratégico inserido nas organizações e no cotidiano das pessoas. A gestão de conhecimento é necessária em virtude da existência do conhecimento na organização, na mente das pessoas e nos processos executados. Esse tipo de gestão consiste numa modelagem de processos corporativos por meio de conhecimentos gerados, numa maneira de estruturar as atividades organizacionais no ambiente interno e externo, trata-se de um gerenciamento corporativo (DIJK *et al.*, 2016).

Essa gestão se preocupa com as condições organizacionais, localização, geração e partilha do conhecimento, e das ferramentas a serem utilizadas na comunicação e organização dos conteúdos. Em suma, é uma modalidade de gestão que facilita o controle e o acesso às informações relevantes num processo de trabalho e a administração de seus meios. O conhecimento parte de uma informação, pesquisa, experiência e produz impactos positivos ou negativos na sociedade e em determinada organização, dependendo de como esse conhecimento é filtrado, analisado e gerido.

Para implantar e avaliar um processo de gestão do conhecimento requer a utilização de práticas e modelos de tomada de decisão que privilegiem a disseminação e o compartilhamento eficiente em todos os níveis hierárquicos e respeitem as características da organização e do ambiente em que está inserida. Existe uma diversidade de fatores críticos de sucesso (FCS) na implementação de estratégias de gestão do conhecimento. Deste modo, as organizações da área nuclear, que lidam com tecnologias perigosas, precisam avaliar os fatores que irão influenciar o sucesso de uma iniciativa de gestão do conhecimento sob pena de termos grande dificuldades no alcance dos objetivos e metas propostas nesta área, podendo colocar em risco o uso seguro de instalações e tecnologias nucleares. Neste sentido, torna-se importante o estudo, o mapeamento e a compreensão

dos fatores críticos de sucesso na implementação do processo de gestão do conhecimento nas organizações, entendendo que esses fatores são cruciais na execução desta gestão.

Podemos destacar que o objetivo da gestão do conhecimento nuclear é buscar estratégias para a preservação, compartilhamento e difusão do conhecimento produzido, tendo como elemento norteador o desenvolvimento científico e tecnológico do país na área nuclear.

Um dos problemas da área nuclear na atualidade é a constatação do risco de conhecimentos críticos possuídos pelos especialistas, o que é mencionado em relatórios de organismos nacionais e internacionais e em relatos e experiências encontradas na literatura (ANTON *et al.*, 2017; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; NEA, 2000).

O relatório da International Atomic Energy Agency (IAEA), organismo regulador da Organização das Nações Unidas (ONU), sobre a gestão de risco da perda do conhecimento nuclear nas organizações, alerta quanto à necessidade de gestão do conhecimento e sensibiliza quanto à perda potencial de conhecimentos e competências nucleares (IAEA, 2007).

Uma outra publicação, editada pela Nuclear Energy Agency (NEA) em 2000, já enfatizava a questão da preservação do conhecimento nuclear e identificava algumas peculiaridades do problema que são observadas até o momento: o número decrescente de instituições do nível superior que oferecem cursos na área nuclear; o declínio do número de estudantes à procura desta área; a falta de jovens pesquisadores para substituir os pesquisadores na iminência de se aposentarem; e a fração significativa de graduados que não realizam atividades na área nuclear (NEA, 2000). Além disso, atualmente, podemos enfatizar a perda de recursos humanos devido a pandemia de COVID 19 que assola o mundo.

É importante enfatizar que os projetos na área nuclear, geralmente, duram muitos anos ou décadas e podem ser divididos em várias fases, envolvendo diferentes partes interessadas. Equipamentos, laboratórios e instalações nucleares podem ter longos ciclos de vida com mudanças nas condições operacionais. Desta forma, o uso seguro de instalações e tecnologias nucleares depende da disponibilidade e compartilhamento adequado de conhecimento e experiência e de um entendimento dos problemas relacionados a segurança.

Diante desse contexto, existe um risco evidente de que, na ausência de planos de transferência de conhecimento, o conhecimento essencial possa ser perdido, por várias razões, entre diferentes fases da vida útil de uma instalação nuclear, se não for

adequadamente gerenciado e transferido com antecedência. O risco mais evidente é que, para cada fase de um projeto nuclear, uma força de trabalho diferente seja empregada. Ao passar de uma fase da vida útil de uma instalação nuclear para outra, independentemente de outros fatores de risco, podem ser criadas lacunas de conhecimento, devido, por exemplo, a aposentadoria e a rotatividade de pessoal.

No Brasil, a política para utilização da energia nuclear possui fins pacíficos, e procura garantir a segurança dos trabalhos e da população. O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) é uma unidade de pesquisa e desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O IEN, além de investir em pesquisa para o desenvolvimento desta área, participa de ações que buscam ampliar a utilização da energia nuclear por meio de inovações tecnológicas e formação de recursos humanos. As peculiaridades do problema relacionado à preservação do conhecimento nuclear relatadas pela NEA estão presentes no IEN.

Diante do contexto, estudar, desenvolver e proporcionar soluções para os problemas relativos à gestão do conhecimento nuclear que permitam amenizar suas consequências é a principal justificativa e motivação para esta dissertação de mestrado.

Além disso, a adoção de conceitos da teoria dos conjuntos *fuzzy* é importante, pois fornece uma matemática estrita, na qual um fenômeno conceitualmente vago pode ser representado de forma precisa e ser rigorosamente estudado. Deste modo, podemos justificar sua escolha para o desenvolvimento de um método para a avaliação da gestão do conhecimento, uma vez que este processo de tomada de decisão é centrado em pessoas, com suas inerentes subjetividades.

O método apresentado nesta dissertação, utilizando uma estrutura de fatores críticos de sucesso e os princípios da lógica fuzzy, foi aplicado no Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABIHS) do IEN. O LABIHS pode ser definido como uma facilidade para experimentos em ergonomia e fatores humanos baseada na simulação dos processos termodinâmicos e no ambiente de trabalho dos operadores de uma central nuclear. Os resultados mostraram que o método é uma boa ferramenta de avaliação para elaboração de estratégias de gestão do conhecimento nuclear.

É importante ressaltar que este método aplicado no âmbito de um laboratório de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia nuclear do IEN é relevante pela necessidade de práticas que permitam tanto a preservação e compartilhamento do conhecimento existente para o uso eficiente no desenvolvimento e avaliação de novas tecnologias para

salas de controle e interfaces humano-sistema, como estímulo para a produção de novos conhecimentos.

1.2 QUESTÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

A revisão da literatura efetuadamostrou a carência de abordagens estruturadas que lidam com a subjetividade e a consistência dos julgamentos humanos na análise dos fatores críticos de sucesso na avaliação da gestão do conhecimento.

Assim sendo, a questão a ser considerada como guia para a pesquisa é: “Como a gestão do conhecimento nuclear pode ser avaliada de uma forma eficiente considerando uma estrutura de fatores críticos de sucesso?”

1.2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Existe um consenso na literatura que diferentes situações exigem diferentes estratégias de gestão do conhecimento bem como sobre a existência de fatores críticos que levam ao sucesso na implementação de uma efetiva gestão do conhecimento. Desta forma, indissociável em relação à estratégia de gestão é o estudo, mapeamento e a compreensão dos fatores críticos de sucesso, na implementação do processo de gestão do conhecimento nas organizações, entendendo que esses fatores são fundamentais na sua execução. Além disso, a avaliação desses fatores críticos de sucesso requer o julgamento de especialistas. Esses julgamentos são fundamentados em expressões linguísticas. O tratamento deste tipo de manifestação requer uma abordagem do tipo fuzzy, que é uma importante ferramenta para representar o conhecimento em ambientes de incerteza (GRECCO *et. al*, 2014).

Posto isto, o objetivo desta dissertação é utilizar os princípios da lógica fuzzy para estabelecer um método de avaliação de gestão do conhecimento nuclear, baseado em uma estrutura de fatores críticos de sucesso.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento desta dissertação utiliza uma abordagem quali-quantitativa. A abordagem qualitativa aparece na primeira parte da dissertação, quando é apresentada uma revisão da literatura. Na segunda parte aparece a abordagem quantitativa, baseada na lógica fuzzy, quando é apresentado o método de avaliação da gestão do conhecimento nuclear (GCN), utilizando fatores críticos de sucesso. O método de avaliação da GCN envolve duas situações distintas apresentadas ao longo desta dissertação:

1. Determinação de um padrão de gestão do conhecimento para um domínio em questão;
2. Avaliação da gestão do conhecimento desse domínio, apoiando-se no padrão de gestão do conhecimento definido.

No que diz respeito à base metodológica usada para o desenvolvimento da dissertação, é importante especificar que o método desenvolvido foi aplicado no Laboratório de Interfaces Homem-Sistema (LABIHS) do Instituto de Engenharia Nuclear. Isto se justifica, porque a engenharia e as ciências nucleares são campos de estudo situados no âmbito da teoria aplicada. Desta forma, é importante desenvolver uma abordagem teórica e aplicá-la em uma situação real.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO E CONTRIBUIÇÕES

Esta dissertação está organizada em seis capítulos incluindo esta introdução, descritos, resumidamente, nesta seção.

No capítulo 2, revisão da literatura, é apresentada a definição, significado e importância do conhecimento, a gestão do conhecimento nuclear, os fatores críticos de sucesso e a lógica fuzzy, para fundamentar o método de avaliação proposto.

No capítulo 3 são apresentadas as três etapas do método de avaliação da gestão do conhecimento nuclear. Na primeira etapa deste método, foi elaborada uma estrutura de fatores críticos de sucesso e suas avaliações por meio de métricas subjetivas. As contribuições obtidas nesta etapa do método resultaram em um artigo na revista

SODEBRÁS (VIANA et. al, 2020a) e uma publicação na IYNC 2020, Sydney (VIANA et. al., 2020b).

A segunda etapa do método apresenta a determinação do padrão de gestão do conhecimento nuclear de um local. Nesta etapa, utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy, procura-se obter de especialistas o grau de importância de cada fator crítico de sucesso de forma que a gestão do conhecimento do local seja eficiente. Os graus de importância atribuídos aos fatores pelos especialistas retratam como o local deveria ser. Nesta etapa foi utilizado o método de agregação de similaridades proposto por HSU e CHEN (1996).

A terceira etapa, também apoiada na teoria dos conjuntos fuzzy, apresenta o processo de avaliação da gestão do conhecimento nuclear de um local apoiando-se no padrão definido na etapa anterior. Como resultado da avaliação final do local, são gerados graus de atendimento ao padrão. Esses graus mostram o quanto o local avaliado atinge percentualmente o padrão ideal estabelecido. As contribuições obtidas nesta etapa do método resultou no capítulo “A Fuzzy Decision-Making Method for Preventing the Loss of Knowledge in Nuclear Organizations” do livro “Advances in Safety Management and Human Performance” (VIANA et. al., 2020c).

No capítulo 4 é apresentado o Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABIHS), local onde foi aplicado o método de avaliação.

No capítulo 5 é descrita a aplicação do método no LABHIS.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões e recomendações.

O questionário para coleta de dados do especialista e os questionários para determinação do padrão ideal de gestão do conhecimento e para avaliação da gestão do conhecimento do LABIHS são apresentados nos apêndices 1, 2 e 3.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica do trabalho, cujo objetivo é delinear os conceitos necessários para entendimento das teorias e abordagens desta dissertação.

2.1 O CONHECIMENTO

Existem várias definições de conhecimento na literatura e diferentes formas de qualificá-lo. Podemos destacar a definição de DAVENPORT e PRUSAK (2003) que define o conhecimento como uma mistura fluida de experiência condensada, valores, informação contextual e insight experimentado, a qual proporciona uma estrutura para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações. Ele tem origem e é aplicado na mente dos conhecedores. Esta definição expressa às características que tornam o conhecimento valioso e que também demonstra a sua complexidade.

SVEIBY (1998) simplifica a definição de conhecimento, definindo-o como capacidade de agir. NONAKA e TAKEUCHI (2008) ao tratarem do assunto, fazem três observações importantes:

- (1) O conhecimento, ao contrário da informação, diz respeito a crenças e compromissos. A partir dessa perspectiva, o conhecimento torna-se uma atitude, uma perspectiva ou intenção específica;
- (2) O conhecimento, ao contrário da informação, está relacionado e conduz à ação;
- (3) Informação e conhecimento dizem respeito ao significado, estando, portanto, intrinsecamente associados ao contexto. Pode-se complementar dizendo que as pessoas usam seu repertório interno de conhecimento, para fazer frente aos diversos contextos enfrentados no dia a dia.

Contudo, constata-se um consenso na literatura de que o conhecimento reside na cabeça das pessoas, resultado da experiência humana e de suas reflexões, baseadas em

crenças e experiências que são, ao mesmo tempo, individuais e coletivas (DAVENPORT e PRUSAK, 2003; PROBST *et al.*, 2002). Para que a informação se transforme em conhecimento, é preciso a mediação das pessoas, pois ocorre dentro delas e entre elas.

NONAKA e TAKEUCHI (1997, 2008) afirmam que o processo de criação de conhecimento nas organizações se relaciona com a interação dos conhecimentos tácitos e explícitos – o que os autores chamam de conversão de conhecimento.

O conhecimento tácito é o que vem da experiência de cada pessoa. Desta forma, ele é subjetivo, pois decorre dos valores e da vivência de cada indivíduo. Este tipo de conhecimento é difícil de ser transferido para a linguagem formal, escrita.

NONAKA e TAKEUCHI (1997, 2008) destacam que o conhecimento tácito é pessoal, específico ao contexto e, assim, se traduz na capacidade de realizar ações de natureza físico-motora ou cognitiva, cuja correta execução não é possível "ensinar". Este conhecimento é adquirido pela prática, está associado às habilidades e aptidões pessoais, não sendo passível de transmissão por meio de manuais e descrições, mas via socialização segundo modelo "mestre-aprendiz". É no conhecimento tácito que reside o maior valor estratégico das organizações, constituindo-se sua captação no seu maior desafio. Portanto, este tipo de conhecimento é considerado um importante quesito na competitividade das organizações e só é possível avaliá-lo por meio da ação. É o chamado "know how", ou saber fazer.

Já o conhecimento explícito, muito valorizado em nossa cultura ocidental, é o conhecimento que já foi transformado para a linguagem formal, através de manuais, normas, textos, equações matemáticas, etc. Este conhecimento de certa forma já foi explicado, mapeado e está pronto para ser reproduzido e transferido de forma muito mais fácil entre as pessoas.

O conhecimento tácito e o explícito se conjugam, sem conhecimento tácito, todas as palavras, fórmulas, mapas e gráficos são desprovidos de sentido. Isto significa que é o conhecimento tácito que permite enquadrar e contextualizar o conhecimento explícito, dando-lhe sentido.

A criação do conhecimento nas organizações ocorre justamente a partir da interação e conjugação entre o conhecimento tácito e explícito. Esta interação é realizada conforme quatro modos de conversão, denominados como socialização, externalização, combinação e internalização. Estas conversões ocorrem diante de certas condições que podem ser criadas, estabelecidas ou até mesmo exploradas. A figura 1 ilustra a relação entre os modos de conversão para a criação do conhecimento.



Figura 1- Relação entre os modos de conversão para criação do conhecimento (adaptado de NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

O primeiro modo, chamado de **socialização**, compreende a conversão de conhecimento tácito em outro conhecimento tácito. Este processo ocorre através da própria interação entre as pessoas no ambiente de trabalho. Quando um funcionário mais antigo está passando sua experiência para um mais novo, este processo está acontecendo. Assim, este processo pode ocorrer por meio da linguagem, bem como através da observação, da imitação, entre outras formas.

Segundo NONAKA e TAKEUCHI (1997), a chave neste processo é a experiência. Sem um mínimo de experiências compartilhadas entre duas pessoas, é muito difícil que alguém possa aprender como a outra pessoa pensa e porque toma certas decisões ou age de alguma forma. Portanto, temos que “conhecer” um pouco o outro, antes de aprender com ele.

O segundo modo de conversão, **combinação**, ocorre quando transformamos conhecimento explícito em outro conhecimento explícito. Esse modo se baseia na troca de informações explícitas, envolve a combinação de conjuntos diferentes de conhecimento explícito. Os indivíduos trocam e combinam conhecimentos por meio, por exemplo, de documentos, reuniões, conversas ao telefone ou sistemas de informação. A educação formal se encaixa neste modo.

O terceiro modo de conversão, **externalização**, é o modo de conversão mais importante segundo os autores, porque permite a criação de novos e explícitos conceitos. Envolve a articulação do conhecimento tácito em explícito pelo uso freqüente de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses e modelos. Esta prática facilita a comunicação

dos conhecimentos tácitos que, normalmente são de difícil verbalização. Quando um cozinheiro famoso lança um livro de receitas, por exemplo, está buscando fazer isso.

O quarto modo de conversão, **internalização**, é o processo de incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito. É o modo de aprender fazendo. Por exemplo, ouvir uma história de sucesso faz com os ouvintes sintam a experiência que ocorreu no passado transformando-a em um modelo mental tácito.

Este processo de interação também é conhecido como “**espiral do conhecimento**”, pois se refere à idéia de que, com a contínua interação entre os conhecimentos tácitos e explícitos, potencializa-se o desenvolvimento e transmissão destes conhecimentos.

2.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO

A gestão do conhecimento surgiu inicialmente como uma proposta de agregar valor à informação e facilitar o seu fluxo interativo em toda a organização, de modo a possibilitar condições sustentáveis de competitividade. O conceito de gestão do conhecimento foi difundido principalmente a partir dos trabalhos de TAKEUCHI e NONAKA (2008), em que os autores propõem um modelo de criação e conversão do conhecimento nas organizações.

De acordo com TERRA (2005), gestão do conhecimento significa organizar as principais políticas, processos e ferramentas gerenciais e tecnológicas à luz de uma melhor compreensão dos processos de geração, identificação, validação, disseminação, compartilhamento, proteção e uso dos conhecimentos estratégicos para gerar resultados (econômicos) para organização e benefícios para os colaboradores internos e externos.

Diante do contexto, a gestão do conhecimento é reconhecida como um recurso estratégico inserido nas organizações e no cotidiano das pessoas. A gestão de conhecimento é necessária em virtude da existência do conhecimento na organização, na mente das pessoas e nos processos executados. Esse tipo de gestão consiste numa modelagem de processos corporativos por meio de conhecimentos gerados, numa maneira de estruturar as atividades organizacionais no ambiente interno e externo, trata-se de um gerenciamento corporativo.

Essa gestão se preocupa com as condições organizacionais, localização, geração e partilha do conhecimento, e das ferramentas a serem utilizadas na comunicação e organização dos conteúdos. Em suma, é uma modalidade de gestão que facilita o controle

e o acesso às informações relevantes num processo de trabalho e a administração de seus meios. O conhecimento parte de uma informação, pesquisa, experiência e produz impactos positivos ou negativos na sociedade e em determinada organização, dependendo de como esse conhecimento é filtrado, analisado e gerido.

TAKEUCHI e NONAKA (2008) focam a gestão do conhecimento na criação de conhecimento nas organizações, onde, segundo eles, é fator essencial para a inovação tecnológica. De acordo com os autores, a divisão cartesiana entre o sujeito e o objeto, ou conhecedor e conhecido, deu origem a uma visão da organização como um mecanismo de "processamento de informações", onde uma organização processa informações a partir do ambiente externo, para se adaptar a novas circunstâncias.

Segundo TERRA (2005), a gestão do conhecimento era vista somente como um sistema de informação que permitia armazenar dados e informações ao longo do desenvolvimento dos processos de negócios. Ressalta-se, entretanto, que o entendimento que se tem contemporaneamente a respeito da gestão do conhecimento decorre da utilização dessas tecnologias como suporte às suas atividades, não sendo o seu fim ou propósito.

DAVENPORT e PRUSAK (2003) afirmam que a gestão do conhecimento é muito mais que tecnologia, mas a tecnologia certamente faz parte da gestão do conhecimento. Os autores refutam abordagens reducionistas, que geraram soluções simplistas e pouco eficazes. A gestão do conhecimento não envolve apenas a adoção de poucas práticas gerenciais, mas, também, uma compreensão, um estímulo e crédito nos processos humanos básicos de criação e aprendizado, tanto individual, como coletivo.

TARAPANOFF (2006) esclarece a diferenciação entre gestão da informação e gestão do conhecimento. O foco da gestão da informação é o gerenciamento do conhecimento explícito, enquanto a gestão do conhecimento preocupa-se com o gerenciamento do conhecimento tácito, objetivando o desenvolvimento de pessoas em explicitar e compartilhar o seu conhecimento. Diante do cenário de mudanças e crescente competitividade a gestão do conhecimento evoluiu como um fator de superação para as organizações.

De acordo BUKOWITZ (2002) o processo de gestão do conhecimento exige uma avaliação contínua do capital intelectual existente e uma comparação com as necessidades futuras. O autor coloca três princípios para a sua realização:

- (i) A avaliação do conhecimento necessário para o cumprimento da missão da organização, envolvendo, entre outros aspectos, o mapeamento de seu capital intelectual;
- (ii) Os processos da construção e manutenção do conhecimento, envolvendo os relacionamentos entre as pessoas, clientes e comunidades. Estes processos têm ênfase na criação de um ambiente organizacional que estimule o aprendizado e a troca de informações, construindo assim cada vez mais seu capital intelectual; e
- (iii) O descarte do conhecimento, onde se identifica qual o conhecimento que não está mais criando valor, a fim de descartá-lo ou identificá-lo como um bem mais valioso e for transferido para fora da organização.

Todos estes passos são estruturados envolvendo fatores e recursos da organização, tangíveis e intangíveis, que permeiam a gestão do conhecimento, como repositórios, processos, infraestrutura tecnológica, conjunto de habilidades e outros.

Segundo BUKOWITZ (2002), o processo de gestão do conhecimento é estruturado em dois níveis: o tático, que se relaciona ao ambiente interno formado de quatro passos e o estratégico, relacionado ao ambiente externo, que se forma por três passos. A figura 2 ilustra a estrutura do modelo do processo de gestão do conhecimento sob cada aspecto.



Figura 2- Estruturação do processo de gestão do conhecimento (adaptado de BUKOWITZ, 2002).

Os processos do nível tático são:

- (i) **Obtenha** é um processo baseado na necessidade das pessoas procurar informações para a solução dos problemas. O principal desafio desse passo é encontrar a informação que melhor atenda às necessidades, utilizando-se de instrumentos e serviços adequados.
- (ii) **Utilize** refere-se à capacidade de combinar informações para a criação de soluções inovadoras. Para tanto, a organização deve oferecer instrumentos e ambiente propícios de modo a estimular a criatividade, a experimentação e a receptividade a novas idéias.
- (iii) **Aprenda** é um processo que trata do desafio de encontrar meios de transformar a maneira de como as pessoas trabalham em função dos resultados obtidos ao final do processo de aprendizagem, objetivando refletir sobre o potencial de retorno no longo prazo e não apenas sobre as necessidades de curto prazo.
- (iv) **Contribua** é um processo baseado no desafio de convencer as pessoas a transferir o conhecimento para as outras, sem a exigência de “empacotar” a informação para a utilização de toda a organização. Como exemplo, podemos citar o compartilhamento de melhores práticas e lições aprendidas para que outros trabalhadores aprendam com a experiência anterior.

O nível estratégico da estruturação do processo de gestão do conhecimento tem como objetivo alinhar as estratégias de conhecimento da organização com a estratégia geral de negócios. Neste caso, é necessária a avaliação contínua do capital intelectual existente e uma comparação com as necessidades futuras.

Os processos do nível estratégico são:

- (i) **Avalie** é um processo que foca na necessidade de definição pela organização dos conhecimentos críticos necessários para cumprir a sua missão. Neste processo, a organização define o conhecimento crítico para cumprir sua

missão; mapeia o capital intelectual e compara com as futuras necessidades de conhecimento. Além disso, a organização elabora indicadores a fim de avaliar o impacto do conhecimento no desempenho organizacional.

- (ii) **Construa e mantenha** é o processo que visa assegurar que o capital intelectual seja capaz de manter a organização viável e competitiva no futuro, por meio de investimento em uma rede de relacionamentos. Os recursos devem ser canalizados para criar conhecimento e reforçar o conhecimento existente.
- (iii) **Descarte** é o processo baseado na necessidade de avaliar se os conhecimentos existentes na organização ainda são úteis. Neste estágio, a organização precisa avaliar o seu capital intelectual para averiguar se os recursos utilizados para os manter não seriam melhor utilizados de outra maneira.

Independente dos processos e objetivos da gestão do conhecimento é importante salientar os benefícios organizacionais decorrentes das práticas voltadas para a transferência e compartilhamento do conhecimento existente na organização, do constante aprendizado das pessoas e do aproveitamento do capital intelectual nela existente. No entanto, a aplicação destas práticas enseja mudanças organizacionais, que são desenvolvidas por meio da implantação de projetos que visam, principalmente, a transformação de cultura.

2.3 GESTÃO DO CONHECIMENTO NUCLEAR

O objetivo da gestão do conhecimento nuclear é buscar estratégias para a preservação, compartilhamento e difusão do conhecimento produzido, tendo como elemento norteador o desenvolvimento científico e tecnológico do país na área nuclear. Essa gestão tem que promover uma maior aproximação entre Ciência, Tecnologia e Inovação na área nuclear e a sociedade, de forma precisa e transparente. Para esta gestão as ações abaixo são importantes:

1) **Curadoria digital de dados de pesquisa em ciências nucleares:** Estudar aspectos conceituais de curadoria digital, bem como normas, padrões e tecnologias adequadas para gestão de dados digitais de pesquisa. Desenvolver metodologia própria para atividades de curadoria digital dos dados gerados pelas pesquisas na área de Ciências Nucleares, possibilitando a preservação, a gestão e o compartilhamento do conhecimento científico produzido na área. Propor modelos inovadores para gestão de informação para a pesquisa.

2) **Difusão do conhecimento nuclear:** Desenvolver serviços inovadores de informação capazes de assegurar a transferência adequada de informação e conhecimento nuclear para os extratos sociais interessados: pesquisadores, estudantes, formadores de opinião, políticos. Inclui ainda o desenvolvimento de modelos, dispositivos e canais de divulgação científica; estudos voltados para comunicação científica, e desenvolvimento e aplicação de estratégias de marketing para sistemas de informação técnico-científica.

3) **Preservação do conhecimento em ciências nucleares:** Desenvolver ferramentas, metodologias e modelos teóricos para a extração, representação e transferência de conhecimento em risco de perda, e.g. de pesquisadores e tecnólogos próximos de aposentadoria. Estabelecer uma política de preservação digital capaz de assegurar a perenidade dos acervos digitais, como: estratégias, metadados, normas, ferramentas de software e políticas de sustentabilidade para uso, reuso, recuperação, acesso e compartilhamento dos dados na área nuclear.

A IAEA (International Atomic Energy Agency) é uma organização internacional independente, filiada às Nações Unidas, sediada em Viena, com 126 países-membros. Tem um papel fundamental na gestão do conhecimento da área nuclear. Esta organização afirma que a gestão do conhecimento nuclear é essencial para garantir a segurança e proteção das instalações, introduzirem inovações, bem como para ter certeza que os benefícios da energia nuclear, relacionados à saúde humana, alimentos, agricultura, gestão de recursos hídricos e geração de eletricidade, permanecerão disponíveis para as gerações futuras. (IAEA, 2006a).

Desde então, foram adotadas resoluções reiterando a importância do tema e estimulando os países membros a focar nesta questão. A IAEA reconhece que a gestão

do conhecimento nuclear é indispensável para o uso sustentável, contínuo e seguro das tecnologias nucleares com propósitos pacíficos.

Diversos relatos na literatura (ANTON *et al.*, 2017; IAEA, 2006a; IAEA, 2006b; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; NEA, 2000) apontam aspectos que ameaçam a preservação e aprimoramento do conhecimento nuclear, dentre os quais, podemos destacar:

- (i) Redução no número de especialistas nucleares jovens para sustentar e aprimorar o conhecimento nuclear acumulado;
- (ii) Redução do número de pessoas jovens com interesse na formação em ciências nucleares;
- (iii) Perda da memória institucional em governos, organizações e institutos de pesquisa;
- (iv) Perda da experiência nuclear acumulada, que pode afetar negativamente o futuro potencial para aplicação de técnicas e métodos nucleares em áreas importantes como medicina, agricultura, hidrologia e preservação de alimentos, especialmente em países em desenvolvimento.

Segundo a IAEA (2006b, 2007), a preocupação com essas ameaças se justifica porque muitos especialistas estão se aposentando, levando com eles uma grande quantidade de conhecimento e memória corporativa, principalmente relacionada ao conhecimento tácito, e respostas às questões técnicas importantes.

A preservação do conhecimento dos especialistas em energia nuclear é uma prioridade para a IAEA. A organização considera como uma de suas principais atribuições nesta área à liderança das atividades de preservação e desenvolvimento do conhecimento nuclear, complementando as iniciativas dos governos, da indústria, da academia e de outras organizações internacionais (IAEA 2006a).

Para ilustrar esse problema, a Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN, 2010), relatou dificuldade de recrutamento de técnicos experientes e qualificados para a construção de Angra 3. Esta dificuldade foi atribuída à descontinuidade do programa nuclear. A ABEN comentou que houve um hiato entre o término de Angra 2 e o início de

Angra 3. Nesse período, houve dispersão da mão de obra empregada na usina e muitos funcionários se aposentaram.

Assim, pode-se inferir que toda a experiência adquirida nas etapas de construção, operação e manutenção destas usinas é importante para uma melhor compreensão e domínio da tecnologia nuclear em seus mais diversos aspectos. Estes conhecimentos adquiridos sofrem a ameaça de serem perdidos, devido à descontinuidade de projetos importantes, ao pouco investimento no setor e ao envelhecimento e aposentadoria dos especialistas da área. Desta forma, o desenvolvimento de métodos para avaliação da gestão do conhecimento é fundamental nesta área para enfrentamento destes desafios.

2.4 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO

A implantação de um processo de gestão do conhecimento requer a utilização de práticas administrativas que privilegiem a disseminação e o compartilhamento em todos os níveis hierárquicos e respeitem as características particulares de cada organização e dos ambientes em que estão inseridas. Estas condições se refletem nas seguintes práticas: identificar o tipo de conhecimento a ser desenvolvido na organização; verbalizar os conceitos permitindo o surgimento de novas maneiras de pensar nos projetos da organização; criar um sentido de urgência para aumentar a tensão criativa; estimular a frequência de mudança na estrutura organizacional; e estimular o compartilhamento de informações baseado no apoio ao trabalho em equipes multidisciplinares com alto grau de autonomia.

TERRA (2005) acrescenta que a existência de um ambiente mais propício à eliminação de barreiras reais e psicológicas, e que o investimento em estrutura humana e material são ferramentas que fomentam a criatividade, a inovação e a aprendizagem coletiva.

Neste sentido, torna-se importante o estudo, o mapeamento e a compreensão dos fatores críticos de sucesso (FCS) na implementação do processo de gestão do conhecimento nas organizações, entendendo que esses fatores são cruciais na execução desta gestão.

A literatura indica a existência de um verdadeiro mosaico multivariado de opções, ou melhor, não há uma estrutura definida ou tampouco completa de fatores críticos de

sucesso que sejam capazes de abranger todas as possibilidades em relação às iniciativas voltadas à implementação do processo de gestão do conhecimento nas organizações.

Como a lista de FCS é longa, há um consenso na literatura que estes fatores podem ser enquadrados em temas ou categorias. Os temas ou categorias mais citadas são: comprometimento da alta administração, cultura organizacional, estruturas organizacionais, práticas e políticas de gestão de pessoas, mensuração dos resultados, tecnologia da informação e aprendizagem com o ambiente (BOH *et al.*, 2013; CHUNG *et al.*, 2015; FIGUEIREDO, 2005; IAEA 2006a; IAEA 2006b; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; TAKEUCHI e NONAKA, 2008; TERRA, 2005; WANG *et al.*, 2006). O desafio é definir os FCS para cada tema.

Os temas são descritos a seguir:

a) Comprometimento da alta direção

Este tema é associado à gestão da organização. Os autores destacam a responsabilidade da alta administração na mobilização dos demais níveis hierárquicos, por meio do suporte ao compartilhamento do conhecimento, da criação de condições internas para a disseminação do conhecimento, definição clara de metas, objetivos e resultados esperados, e liberdade de interação entre as pessoas e grupos.

Segundo TERRA (2005), um dos principais desafios da alta direção é o estabelecimento de práticas gerenciais, em todos os planos, que sejam coerentes e se auto-reforcem. Ou seja, o discurso da liderança tem de se refletir em suas próprias ações e nos mecanismos reforçadores da cultura e estrutura organizacional que se deseja estabelecer.

A IAEA (2006a, 2007) relata que a alta direção deve reconhecer e estimular a importância da gestão do conhecimento nas ações relacionadas à segurança, tanto em palavras como em ações.

b) Cultura organizacional

A cultura organizacional se relaciona ao ambiente interno da organização. As ações da alta administração e a motivação dos quadros internos desenvolvem a cultura da organização com capacidade de direcionar as ações operacionais e a maior ou menor agregação do conhecimento.

BOH *et al.* (2013) abordam que este tema envolve ter uma cultura interna alinhada ao processo de aprendizagem, programas de incentivos, orientação positiva para o compartilhamento do conhecimento, existência de um clima organizacional positivo e funcionários comprometidos com a organização.

Segundo TERRA (2005), à medida que as organizações conseguem criar alto grau de identificação dos funcionários com elas, estimula-se a inovação, pois se cria um ambiente mais cooperativo. Nessas organizações, onde a cultura de colaboração e compartilhamento predomina, nota-se que pessoas de áreas distintas respondem a demandas de outras áreas com a mesma presteza com a qual respondem a pedidos de ajuda de suas próprias áreas.

Segundo IAEA (2006b), as organizações nucleares têm que colocar o compartilhamento do conhecimento como valor fundamental, como regra básica (*default*) para garantir o desenvolvimento, a segurança e proteção das instalações.

c) Estruturas organizacionais

A definição de **estruturas organizacionais** é conceituada como um tema ou categoria e se constitui em um processo contínuo de adequação ao contexto da organização.

Neste tema são considerados os seguintes FCS: mudanças internas, cooperação entre equipes distribuídas fisicamente, equipes definidas por projeto, descentralização de tarefas, autonomia e delegação de poder na motivação para o aprendizado, redução de níveis hierárquicos e desempenho vinculado à satisfação das pessoas (BOH *et al.*, 2013; CHUNG *et al.*, 2015; FIGUEIREDO, 2005; IAEA 2006a; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; TAKEUCHI e NONAKA, 2008; TERRA, 2005; WANG *et al.*, 2006).

d) Práticas e políticas de gestão de pessoas

As **práticas e políticas de gestão de pessoas** são definidas como um tema direcionado ao aumento do capital intelectual da organização.

Os investimentos na contratação e treinamento de pessoas devem ser acompanhados da definição de critérios de acompanhamento e premiação pelo desempenho observado.

A adequada gestão do capital humano interno, dentro de um processo integrado, em que as responsabilidades atribuídas são acompanhadas de critérios de valorização, proporciona aumento no capital intelectual.

De acordo com WANG *et al.* (2006), para falar do papel deste tema na gestão do conhecimento é preciso reforçar que, embora o conhecimento seja essencialmente algo individual e que envolve tanto o lado racional como o emotivo, a gestão do conhecimento precisa ocorrer principalmente a partir de contextos estratégicos e levando-se em consideração o aprendizado coletivo e organizacional.

Em relação a este tema, a literatura menciona os seguintes FCS: identificação de competências internas e externas, programa de treinamento e qualificação, sistema de avaliação e recompensa, incentivos ao compartilhamento, clima de confiança, *feedback*, pressão de tempo e metas excessivas, visão coletiva da missão e objetivos da empresa (BOH *et al.*, 2013; CHUNG *et al.*, 2015; FIGUEIREDO, 2005; IAEA 2006b; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; TAKEUCHI e NONAKA, 2008; TERRA, 2005; WANG *et al.*, 2006).

e) Mensuração dos resultados

A **mensuração dos resultados** a partir da definição de métricas tem a finalidade de avaliar os investimentos em gestão do conhecimento, bem como identificar a aderência da gestão do conhecimento aos objetivos de negócio.

Segundo a literatura, as iniciativas de gestão do conhecimento podem ser medidas a partir de vários FCS, como por exemplo, acompanhamento dos resultados (retorno) dos investimentos em treinamentos, avaliação do desempenho das atividades dos trabalhadores e avaliação das atividades das pessoas quanto ao alinhamento aos objetivos da organização (BOH *et al.*, 2013; CHUNG *et al.*, 2015; FIGUEIREDO, 2005; IAEA 2006a; IAEA, 2006b; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; TAKEUCHI e NONAKA, 2008).

f) Tecnologia da informação

A **tecnologia da informação** compõe outro tema. Este tema não é apenas representado pela estrutura tecnológica, mas também pelos *softwares* e bancos de dados que registram e permitem a disseminação de informações e conhecimentos em todos os

setores da organização, mesmo os distribuídos remotamente. Existe a preocupação com a adoção de múltiplos métodos de disseminação, clareza e simplicidade na comunicação, qualidade do conhecimento, e política de amplo acesso às informações (BOH *et al.*, 2013; CHUNG *et al.*, 2015; FIGUEIREDO, 2005; IAEA 2006a; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; TAKEUCHI e NONAKA, 2008; TERRA, 2005; WANG *et al.*, 2006).

A associação entre tecnologia de informação e gestão do conhecimento está relacionada ao uso de sistemas de informação para compartilhamento de informações ou conhecimento. TERRA (2005) afirma que, embora o impacto dos sistemas de informação na codificação, no armazenamento e na distribuição de informação seja inegável, verifica-se que as condições para geração de um efetivo aprendizado organizacional tornam-se fundamentais. Isto é, a criação de conhecimento organizacional depende, em grande medida, do contato humano, da intuição, do conhecimento tácito, da cooperação, da explicitação de modelos mentais e do pensamento sistêmico.

Segundo TAKEUCHI e NONAKA (2008), para o sucesso na implementação de soluções baseadas em tecnologia da informação na gestão do conhecimento é necessário se analisar algumas questões importantes:

- (i) Excesso de informação;
- (ii) Compartilhamento e acesso às informações;
- (iii) Taxonomia;
- (iv) Usabilidade.

g) Aprendizagem com o ambiente

A instabilidade do ambiente e a necessidade de aprender com as mudanças do contexto originaram o tema **aprendizagem com o ambiente** (CHUNG *et al.*, 2015). Os parceiros estratégicos fornecem à organização condições de se apropriar de informações privilegiadas, podendo transformá-las em novos conhecimentos.

A IAEA enfatiza a importância de uma organização nuclear ter uma boa cultura de aprendizagem para identificar as melhores maneiras de preservação e disseminação do conhecimento para garantir o desenvolvimento tecnológico nuclear, a segurança e proteção das instalações (IAEA, 2007).

Segundo a literatura, o compartilhamento e disponibilidade de informações são FCS essenciais para a aprendizagem em um ambiente instável e complexo. Diante disso, a comunicação exerce uma função de controle quando influencia o comportamento dos

agentes humanos na rotina de trabalho e possibilitam que decisões sejam tomadas com base nas informações colhidas (BOH *et al.*, 2013; CHUNG *et al.*, 2015; IAEA 2006a; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; TAKEUCHI e NONAKA, 2008; TERRA, 2005; CHUNG *et al.*, 2015).

Devido às peculiaridades e características de cada organização e de cada estudo realizado, é possível também inferir sobre o estabelecimento de um padrão de importância dos FCS na implementação das estratégias de GC, embora não seja possível generalizar a todas as organizações todos os FCS primordiais para iniciativas de Gestão do Conhecimento (GC).

Além disso, é importante evidenciar a necessidade de um método de avaliação da gestão do conhecimento, além da existência de diretrizes, de decisões e implementação de ações com a capacidade de influenciar o engajamento das pessoas de todos os níveis organizacionais. Na prática, isso significa estabelecer um método de gestão do conhecimento abrangente, configurado num conjunto de fatores críticos de sucesso que atendam às necessidades imediatas e à visão futura da organização. A maior ou menor eficiência obtida depende de como esses fatores são associados às práticas organizacionais. As decisões e ações têm o poder de mobilizar o corpo funcional a operar em sintonia com as estratégias da organização. A consolidação do processo indica a atenção da organização aos vários fatores críticos de sucesso que formam um método de gestão do conhecimento.

Uma etapa importante na utilização dos fatores críticos de sucesso são as métricas corretas para avaliá-los. Na literatura, vários trabalhos utilizam escalas ordinais para avaliá-los (métricas objetivas) (KIM, 2006; LIMA, 2012; LEHYANI e ZOUARI, 2018; RESATSCH e FAISST, 2020). A avaliação desses fatores utilizando escalas ordinais apresenta dificuldades em razão das limitações na compreensão e quantificação do nível de gestão do conhecimento nas organizações.

Para lidar com este problema, esta dissertação utiliza um método que trabalha com métricas subjetivas, ou seja, medidas relativas baseadas em estimativas pessoais e obtidas por termos linguísticos. Ademais, com os conceitos e propriedades da lógica *fuzzy*, pode-se avaliar o grau de concordância das opiniões dos avaliadores.

2.5 LÓGICA FUZZY

A maior parte da linguagem natural contém ambigüidade e multiplicidade de sentidos. Em particular, os adjetivos que utilizamos para caracterizar objetos ou situações não nos permitem clareza suficiente, sendo ambíguos em termos de amplitude de significados.

Os seres humanos raciocinam de forma inteligente, criativa, incerta, imprecisa, difusa ou nebulosa, enquanto os computadores são movidos por uma lógica precisa (*crisp*) e binária. Esta forma de raciocínio é chamada em inglês por *fuzzy*. O advento da teoria *fuzzy* foi motivado pela necessidade de um método capaz de expressar de uma maneira sistemática quantidades imprecisas, vagas e mal definidas (GRECCO, 2012). Como é o caso das avaliações subjetivas dos fatores críticos de sucesso na gestão do conhecimento, que dependem do raciocínio incerto e impreciso de avaliadores.

A teoria *fuzzy* baseia-se no princípio de que o pensamento humano é estruturado não em números, mas sim em classes de objetos cuja transição entre pertencer ou não a um conjunto é gradual e não abrupta. Assim, enquanto as fronteiras dos conjuntos clássicos são bem definidas, aquelas dos conjuntos *fuzzy* apresentam uma nebulosidade, a qual se tenta aproximar das imprecisões do modo de raciocínio humano

A lógica *fuzzy* baseada na teoria dos conjuntos *fuzzy*, concebida por ZADEH (1965), utiliza operadores semelhantes aos da lógica clássica. Porém, ao contrário da lógica *booleana*, a lógica *fuzzy* é multivariada e, em vez de um elemento pertencer 100% a um conjunto ou uma proposição ser somente verdadeira ou falsa, é possível trabalhar com afirmações parcialmente verdadeiras ou parcialmente falsas. Por exemplo, a água para um banho pode estar um pouco fria para um indivíduo, mas isso não significa que ela não esteja, em certo grau, quente. O raciocínio humano não trabalha somente com dicotomias - água fria (0) ou quente (1), mas também com o intervalo entre os dois extremos (intervalo de 0 a 1).

Na teoria clássica de conjuntos, a pertinência de um dado elemento com relação a um conjunto refere-se ao fato de tal elemento pertencer ou não ao conjunto. Dado um conjunto A em um universo X , os elementos desse universo pertencem ou não àquele conjunto e isto é definido por sua função característica, γ_A :

$$\gamma_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{para } x \in A \\ 0 & \text{para } x \notin A \end{cases}$$

A teoria dos conjuntos *fuzzy* proporciona recursos para uma abordagem *fuzzy*, mais próxima à realidade. Assim, elementos passam a pertencer a um conjunto em determinado grau.

Os principais conceitos e propriedades da teoria dos conjuntos *fuzzy* que dão suporte ao método utilizado nesta dissertação de mestrado são apresentados a seguir. Esses conceitos e propriedades dos conjuntos *fuzzy* estão baseados em ZADEH (1965), KOSKO (1992), ZIMMERMANN (1996), TANAKA (1997) e ROSS (2004).

2.5.1 CONJUNTOS FUZZY

A teoria de conjuntos *fuzzy* é eficiente para modelar a incerteza na definição de parâmetros e tem resultados nas mais variadas aplicações (ZADEH, 1983). Esta teoria, que considera a subjetividade e a experiência dos profissionais, é capaz de capturar informações imprecisas, descritas em linguagem natural, e convertê-las para um formato numérico, visando efetuar um raciocínio aproximado, com proposições imprecisas, através de conjuntos *fuzzy*.

O conceito de conjuntos *fuzzy* foi inicialmente introduzido por Zadeh (ZADEH, 1965) quando ele observou a impossibilidade de modelar sistemas com fronteiras mal definidas segundo as abordagens matemáticas rígidas e precisas dos métodos clássicos, como, por exemplo, a teoria da probabilidade.

A função característica pode ser generalizada de modo que os valores designados aos elementos do conjunto universo X pertençam ao intervalo de números reais de 0 a 1 inclusive, isto é, $[0,1]$:

$$\mu_A(x): X \mapsto [0,1]$$

Estes valores indicam o grau de pertinência dos elementos do conjunto X em relação ao conjunto A , isto é, quanto é possível para um elemento x de X pertencer ao conjunto A . Tal função é chamada de **função de pertinência** e o conjunto A é definido como **conjunto *fuzzy***.

Um conjunto *fuzzy* pode ser representado por um conjunto de pares ordenados, em que o primeiro elemento é $x \in X$, e o segundo, $\mu_A(x)$, é o grau de pertinência ou função

de pertinência de x em A , que mapeia X para o espaço de pertinência M . Quando M contém apenas os pontos 0 e 1, A é *não fuzzy*. Desta forma, temos:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

O **suporte** de um conjunto *fuzzy* A , no conjunto universo X , é o conjunto clássico que contém todos os elementos de X que possuem graus de pertinência diferentes de zero em A . O suporte de um conjunto *fuzzy* A em X , denotado por $\text{supp}(A)$ ou $S(A)$ é:

$$\text{supp}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$$

O **supremo** de um conjunto *fuzzy* A , denotado por $\sup_{x \in X} \mu_A(x)$, é o maior grau de pertinência obtido nesse conjunto por um dos elementos, ou seja, sua altura, $h(A)$. O contradomínio de uma função de pertinência é um subconjunto de números reais não negativos, cujo supremo é finito. Desta forma, temos:

$$\sup_{x \in X} \mu_A(x) = h(A)$$

Um conjunto *fuzzy* A é chamado **normal** se existe x tal que $\mu_A(x) = 1$, ou seja, quando $\sup_{x \in X} \mu_A(x) = 1$. Se o conjunto *fuzzy* A não é normal, então ele é chamado de **subnormal**, ou seja, $\sup_{x \in X} \mu_A(x) < 1$. A normalização de um conjunto *fuzzy* A , não vazio, é realizada por:

$$\mu_{A \text{ normal}}(x) = \frac{\mu_A(x)}{\sup_{x \in X} \mu_A(x)} \quad (2.2)$$

É importante trabalhar com conjuntos *fuzzy* normalizados, quer dizer, que apresentem altura unitária, para podermos tratar grandezas homogêneas nos procedimentos de inferência nebulosa. Os conjuntos *fuzzy* utilizados nesta dissertação

para construção dos fatores críticos de sucesso foram normalizados.

Dado um conjunto *fuzzy* A , definido em X , a partir do grau de pertinência $\alpha \in [0, 1]$, o **conjunto de corte- α (α -cut)** é o conjunto clássico A_α , contendo todos os elementos de X , que possuem graus de pertinência em A , maiores ou iguais do que o valor de α . Desta forma, temos:

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

Conforme definido anteriormente, a teoria dos conjuntos *fuzzy* é uma extensão da teoria dos conjuntos clássicos. Assim, as principais operações entre conjuntos *fuzzy* são definidas como extensão das operações tradicionais, onde A e B denotam conjuntos *fuzzy* sobre um conjunto universo X e $\mu_A(x)$ e $\mu_B(x)$ representam os graus de pertinência de x nos conjuntos *fuzzy* A e B respectivamente.

Na lógica tradicional, as operações com conjuntos são essencialmente as operações booleanas possibilitadas pelos conectivos *E*, *OU* e *NÃO*. Na lógica *fuzzy* há operadores para essas operações lógicas, os quais são divididos em duas classes (ou normas): as normas triangulares, chamadas *normas-t* e as normas duais, chamadas *normas-s* ou *conormas-t*.

Os operadores para intersecção (*norma-t*) e a união (*conorma-t*) de conjuntos *fuzzy* são os mais utilizados:

- a) **Intersecção:** $A \cap B = \mu_A(x) \cap \mu_B(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)]$, que corresponde a A *E* B ;
- b) **União:** $A \cup B = \mu_A(x) \cup \mu_B(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$, que corresponde a A *OU* B .

Essas operações de intersecção e união, mostradas na Figura 3, são as mais utilizadas no processo de agregação em tomadas de decisão multicriterial (ZIMMERMANN, 1996). A ideia principal do processo de agregação é obter um grau de consenso entre informações disponíveis, calculando-se um valor final. Se estes dados forem extraídos de especialistas, obtém-se uma taxa de aceitação ou rejeição entre eles, isto é, o grau pelo qual especialistas concordam em suas estimativas, tornando possível a elaboração de classificações das avaliações realizadas (GRECCO, 2012).

Além das operações de intersecção e união, existe a operação **complemento** (Figura 3): $\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$, que corresponde a *NÃO* (A) ou A' .

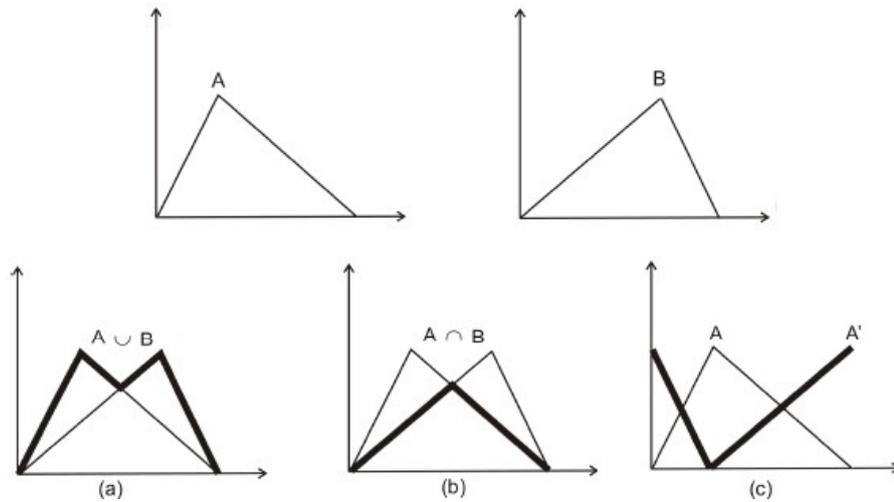


Figura 3- Operações entre conjuntos fuzzy: (a) união; (b) intersecção; (c) complemento.

2.5.2 NÚMEROS *FUZZY*

Um número *fuzzy* B é um subconjunto especial de números reais (R). Sua função de pertinência μ_B é um mapeamento contínuo de R intervalo fechado $[0, 1]$, que tem as seguintes características:

- 1) $\mu_B(x) = 0$, para todo $x \in (-\infty, \alpha] \cup [\delta, +\infty)$;
- 2) $\mu_B(x)$ é estritamente crescente em $[\alpha, \beta]$ e estritamente decrescente em $[\gamma, \delta]$;
- 3) $\mu_B(x) = 1$, para todo $x \in [\beta, \gamma]$.

Ocasionalmente, pode ocorrer que $\alpha = -\infty$ ou $\alpha = \beta$ ou $\beta = \gamma$ ou $\gamma = \delta$ ou $\delta = +\infty$. Segmentos de reta para $\mu_B(x)$ são adotados nos intervalos $[\alpha, \beta]$ e $[\gamma, \delta]$. Este tipo de número *fuzzy* é chamado de **trapezoidal**. Entretanto, se fizermos $\beta = \gamma$, em vez de uma representação trapezoidal, obtemos uma representação triangular, de forma que o número *fuzzy* passa a chamar-se **triangular**. Números *fuzzy* triangulares têm função de pertinência linear contínua.

Um número *fuzzy* trapezoidal A em R possui a seguinte função de pertinência:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & , \text{se } a \leq x \leq b \\ 1 & , \text{se } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & , \text{se } c \leq x \leq d \\ 0 & , \text{caso contrário} \end{cases}$$

Um número *fuzzy* triangular A em R possui a seguinte função de pertinência:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & , \text{se } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & , \text{se } b \leq x \leq c \\ 0 & , \text{caso contrário} \end{cases}$$

A representação gráfica dos números *fuzzy* triangular e trapezoidal é apresentada na Figura 4.

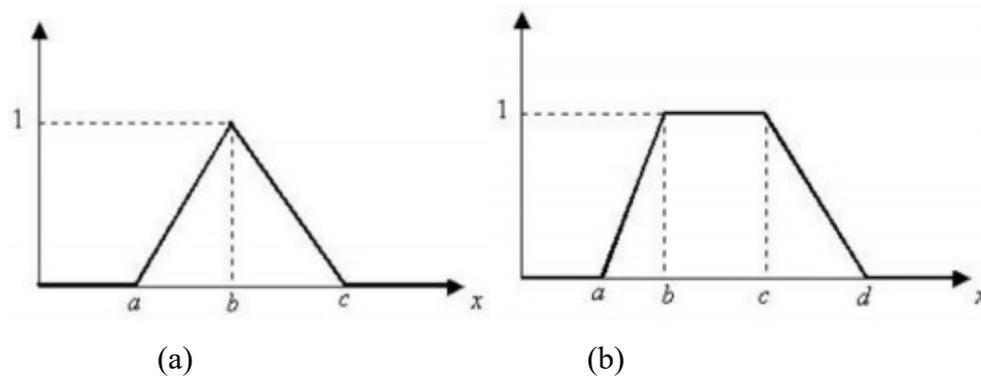


Figura 4- Representação gráfica dos números fuzzy: (a) triangular; (b) trapezoidal.

Números *fuzzy* triangulares, conforme expressos pela função de pertinência anterior, podem ser denotados por (a, b, c) . Com esta notação e pelo princípio de extensão proposto por ZADEH (1965), as operações algébricas estendidas podem ser realizadas conforme mostrado a seguir:

1. Simetria

$$-(a, b, c) = (-c, -b, -a)$$

2. Adição \oplus

$$(a_1, b_1, c_1) \oplus (a_2, b_2, c_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2)$$

3. Subtração (= Adição do simétrico)

$$(a_1, b_1, c_1) \oplus - (a_2, b_2, c_2) = (a_1 - c_2, b_1 - b_2, c_1 - a_2)$$

4. Multiplicação \otimes

$$k \otimes (a, b, c) = (ka, kb, kc)$$

$$(a_1, b_1, c_1) \otimes (a_2, b_2, c_2) \cong (a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2), \text{ com } a_1 \geq 0 \text{ e } a_2 \geq 0$$

5. Divisão \oslash

$$(a_1, b_1, c_1) \oslash (a_2, b_2, c_2) \cong (a_1/c_2, b_1/b_2, c_1/a_2), \text{ com } a_1 \geq 0 \text{ e } a_2 > 0$$

Com base nestas definições, os números *fuzzy* triangulares são fáceis de manipular e interpretar. Por exemplo, “aproximadamente igual a 10” pode ser representado por (9, 10, 11) e “10 exato” pode ser representado por (10, 10, 10).

2.5.3 VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS

As variáveis linguísticas são variáveis que permitem a descrição de informações que estão normalmente disponibilizadas de forma qualitativa, ou seja, são variáveis cujos possíveis valores são palavras ou sentenças em linguagem natural, ao invés de números. Por exemplo, a temperatura de um determinado ambiente pode ser uma variável linguística assumindo termos linguísticos, tais como “baixa”, “média” e “alta”. Esses termos linguísticos podem ser descritos por meio de conjuntos *fuzzy*, representados por funções de pertinência conforme mostrado na Figura 5.

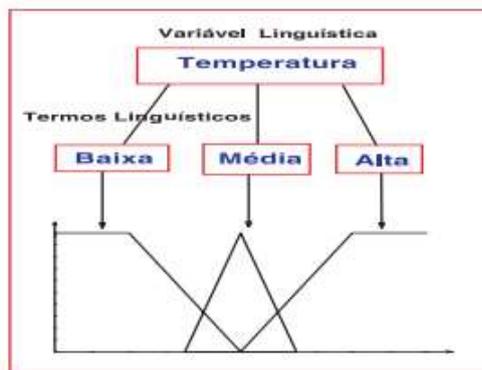


Figura 5- Funções de pertinência dos termos linguísticos para a variável “temperatura”.

2.5.4 RACIOCÍNIO *FUZZY*

Os sistemas de inferência *fuzzy* trabalham com informações imprecisas e vagas. No entanto, quando se trabalha com dados de sistemas computacionais, estes dados, geralmente, são valores numéricos. Como os sistemas *fuzzy* trabalham com termos linguísticos, existe a necessidade de transformar esses dados em conjuntos *fuzzy*. Deste modo, é executado um mapeamento dos dados de entrada em números *fuzzy*. Isto é o processo de *fuzzificação*.

Após o processo de *defuzzificação* das variáveis de entrada, as regras *fuzzy* ($SE <antecedente-expressão fuzzy> ENTÃO <conseqüente-expressão fuzzy>$) são avaliadas e calculam-se os graus de pertinência de cada proposição. A cada proposição é aplicada uma função para produzir um número de 0 a 1 que representa o grau em que a regra é satisfeita. As funções mais utilizadas para a avaliação das premissas são a função de máximo para o operador *OU* e a função de mínimo para o operador *E*.

Quando o sistema de inferência *fuzzy* trata as variáveis de entrada e verifica as regras aplicáveis, geralmente, encontra-se mais de uma regra aplicável. Porém, é necessário gerar uma única resposta para cada variável de saída. A agregação de conseqüências é feita utilizando a função de máximo que corresponde à união dos conjuntos *fuzzy*.

No processo de *defuzzificação*, o valor da variável linguística de saída pelas regras *fuzzy* será transformado em um valor discreto (*crisp*). O objetivo é obter um número que melhor represente os valores *fuzzy* da variável de saída.

A Figura 6 apresenta as etapas do raciocínio *fuzzy*.

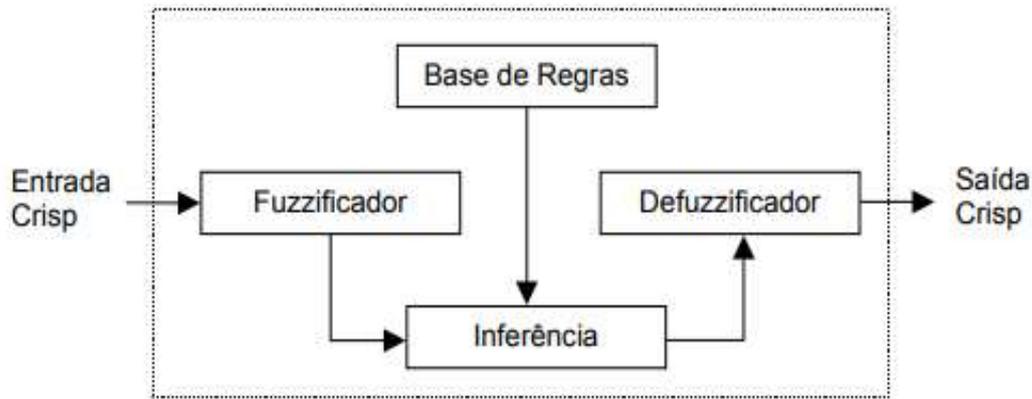


Figura 6- Etapas do raciocínio fuzzy.

Para escolher o método apropriado de *defuzzificação*, pode-se utilizar um enfoque baseado no centróide ou nos valores máximos que ocorrem da função de pertinência resultante. Os principais métodos de *defuzzificação* são mostrados a seguir:

- (i) **Valor Máximo:** esse método fornece como ação de inferência o valor numérico da saída, exposto na abscissa da função de pertinência, que corresponde ao maior grau de pertinência da variável linguística;
- (ii) **Média dos Máximos:** esse método fornece um valor numérico de saída que corresponde à média aritmética dos máximos, expostos na abscissa da função de pertinência, da variável linguística de saída produzida pela inferência *fuzzy*;
- (iii) **Centro dos Máximos:** esse método fornece um valor de saída correspondente à média ponderada entre os valores máximos, expostos na abscissa da função de pertinência, da variável linguística de saída produzida pela inferência *fuzzy* com os pesos, representados pelos respectivos valores de pertinência;
- (iv) **Centro de Área, Gravidade ou Centróide:** o valor numérico de saída corresponde ao valor da abscissa que divide pela metade a área da função de pertinência gerada pela combinação das partes *consequente* das regras. Este

método é o mais usado e pode ser expresso pela Equação 2.1 (GRECCO, 2014);

$$saída = \frac{\sum x(i).A(i)}{\sum A(i)}, \text{ para o conjunto clássico } A = \{A(i) \mid x(i)\} \quad (2.1)$$

2.5.5 MÉTODOS *FUZZY* DE TOMADA DE DECISÃO

Um método *fuzzy* apropriado de tomada de decisão deve englobar processos de identificação, medição e combinação de critérios e alternativas, possibilitando a modelagem conceitual da decisão e a avaliação em ambientes nebulosos.

Tem sido mostrado que a qualidade ou a relevância de um método *fuzzy* pode ser identificada por meio das três etapas (GRECCO, 2012; GRECCO 2014):

- (i) Aquisição e determinação de dados requeridos pelo método.
- (ii) Estimação de parâmetros.
- (iii) Validação do método *fuzzy*.

Entretanto, apesar da qualidade do método escolhido ser atestada, existem outros fatores que podem levar a inconsistências nos resultados:

- (i) A ausência de informações ou de experiências sobre o objeto avaliado.
- (ii) O desinteresse ou a falta de concentração dos especialistas e avaliadores, no processo de julgamento.

Alguns trabalhos pesquisados (GRECCO, 2012, GRECCO, 2014; GRECCO *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2009) relatam a importância da seleção e da opinião de especialistas, visto que a confiabilidade dos resultados são reflexos da qualidade dos especialistas. O especialista é uma pessoa que possui experiência única sobre determinado item de um processo ou questão de interesse.

Vários métodos *fuzzy* de decisão utilizando a opinião de especialistas são encontrados na literatura (COSENZA, 1981; LEE, 1996; HSU e CHEN, 1996; YAGER, 2000; LIANG e WANG, 2001; GRECCO, 2012; GRECCO, 2014). Esses métodos de decisão usam a teoria dos conjuntos *fuzzy* para propor a melhor alternativa de acordo com critérios estabelecidos, a partir de informações, com o propósito de atingir um objetivo estabelecido.

HSU e CHEN (1996) elaboraram um método utilizando agregação de opiniões nebulosas individuais dentro de um consenso de grupo e apresentaram um procedimento para agregação de opiniões de especialistas, utilizando o conceito de número *fuzzy*.

Nesta agregação de similaridades, as opiniões dos especialistas são representadas por números *fuzzy* trapezoidais, considerando que estes têm uma interseção comum, em um conjunto de corte de nível- α , onde $\alpha \in (0, 1]$. Esta é uma condição imposta por esse método, para que a agregação dos resultados das opiniões dos especialistas seja aceitável (GRECCO, 2012).

Caso não haja interseção entre as estimativas iniciais do *k-ésimo* e do *l-ésimo* especialista pode-se usar, então, o Método Delphi. O Método Delphi é útil na obtenção de informações suficientes para ajustar os dados fornecidos por cada especialista, para que haja essa interseção.

Depois disso, é introduzida uma função de medida de similaridade para avaliar o grau de concordância entre as opiniões dos especialistas, e estas informações são postas em uma matriz de concordância. Por fim, as opiniões dos especialistas são combinadas, podendo-se levar em consideração, também, a importância de cada especialista participante do processo de avaliação.

Na área de gestão do conhecimento, existem alguns trabalhos que utilizam métodos *fuzzy* de decisão baseado em uma análise multicritério para avaliar o desempenho da gestão do conhecimento em organizações (KHOSHIMA e LUCAS, 2004; KALE e KARAMAN, 2011; LEE e WONG, 2016; LEE e WONG, 2017).

Para este trabalho de dissertação foi utilizado o método de HSU e CHEN (1996) por se adequar ao método proposto para estabelecimento de um padrão de gestão do conhecimento, em virtude dos procedimentos de agregação, similaridade e concordância das opiniões dos especialistas. Além disso, apesar de ainda não ter sido utilizado na área de gestão do conhecimento, o método de HSU e CHEN (1996) já foi utilizado de forma apropriada e eficiente em várias áreas do conhecimento, dentre as quais podemos destacar:

- 1) Um modelo fuzzy para priorização de variáveis qualitativas de desempenho na área de construção naval, proposto por PINTO (2019);
- 2) Um modelo para avaliação da resiliência em organizações que lidam com tecnologias perigosas, proposto por GRECCO (2012);
- 3) Um método de avaliação da confiabilidade humana nos ensaios não destrutivos por ultrassom, proposto por MORÉ (2004).

3 O MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Este capítulo apresenta o método de avaliação da gestão do conhecimento nuclear, objetivo específico deste trabalho. As pesquisas bibliográficas, abordadas no Capítulo 2, serviram de base para definição da estrutura do método de avaliação.

O método de avaliação foi organizado em três etapas:

- (i) Elaboração de uma estrutura de FCS e suas métricas (avaliações), relacionadas a sete temas (Seção 3.1).
- (ii) Determinação de um padrão de gestão do conhecimento, ou seja, uma base de referência para avaliação de um local (Seção 3.2).
- (iii) Avaliação da gestão do conhecimento, tomando como referência o padrão definido (Seção 3.3).

3.1 A ESTRUTURA DE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

A estrutura de fatores críticos de sucesso (FCS) para a avaliação da gestão do conhecimento nuclear está relacionada a sete temas (comprometimento da alta direção, cultura organizacional, estruturas organizacionais, práticas e políticas de gestão de pessoas, mensuração de resultados, tecnologia da informação e aprendizagem com o Ambiente) e fundamentada na revisão da literatura (BOH *et al.*, 2013; CHUNG *et al.*, 2015; FIGUEIREDO, 2005; IAEA 2006a; IAEA 2006b; IAEA, 2007; MARGILAJ e BELLO, 2015; TAKEUCHI e NONAKA, 2008; TERRA, 2005; WANG *et al.*, 2006).

Uma estrutura de FCS (Tabela 1) e a avaliação de cada FCS (Tabela 2), que será feita por meio de métricas subjetivas, foram desenvolvidas para servirem de referência para a avaliação da gestão do conhecimento nuclear.

É importante salientar, que estes FCS e as avaliações podem ser adaptados ou modificados de acordo com as especificidades do local.

Tabela 1- Estrutura proposta de fatores críticos de sucesso.

Temas	Fatores Críticos de Sucesso (FCS)
Comprometimento da alta direção	1.1 Missão e valores 1.2 Metas e objetivos 1.3 Interação entre pessoas 1.4 Compartilhamento do conhecimento 1.5 Disseminação do conhecimento 1.6 Investimento para disseminação do conhecimento
Cultura organizacional	2.1 Clima organizacional 2.2 Programa de incentivos 2.3 Reuniões 2.4 Documentação 2.5 Relação de confiança 2.6 Comprometimento 2.7 Aprendizagem 2.8 Ambiente positivo
Estruturas organizacionais	3.1 Equipes multidisciplinares 3.2 Equipes de projetos / pesquisas 3.3 Cooperação entre equipes 3.4 Formação de equipe 3.5 Estrutura administrativa
Práticas e políticas de gestão	4.1 Treinamentos 4.2 Pressão de tempo 4.3 Esforços adicionais 4.4 Identificação de competências 4.5 Recursos Humanos 4.6 Responsabilidades
Mensuração de resultados	5.1 Acompanhamento de investimentos 5.2 Avaliação de desempenho 5.3 Identificação de aderência
Tecnologia da informação	6.1 Estrutura tecnológica 6.2 Política de acesso as informações 6.3 Capacitação 6.4 Disponibilidade da tecnologia da informação 6.5 Qualidade dos recursos tecnológicos 6.6 Acesso as informações
Aprendizagem com o ambiente	7.1 Mudança de contexto 7.2 Conteúdo das documentações 7.3 Conteúdo das informações 7.4 Comunicação

Tabela 2- Avaliação dos fatores críticos de sucesso.

Temas	Avaliação dos FCS
Comprometimento da alta direção	1.1 Existe uma definição clara da missão e valores da instituição. 1.2 As metas e os objetivos da instituição estão claramente definidos. 1.3 Existe liberdade de interação entre as pessoas e os grupos de trabalho. 1.4 As chefias fornecem suporte ao compartilhamento do conhecimento entre o grupo. 1.5 As chefias motivam e criam condições internas para a disseminação do conhecimento. 1.6 Existem investimentos voltados para a disseminação do conhecimento no setor de trabalho.
Cultura organizacional	2.1 Existe um ambiente positivo, de incentivo ao compartilhamento do conhecimento. 2.2 Existe um incentivo (reconhecimento) pelas idéias utilizadas pela instituição. 2.3 As pessoas fazem reuniões para disseminar práticas de sucesso. 2.4 Existe uma prática de elaboração e disseminação de documentos de trabalho/projeto/pesquisa relatando aspectos positivos e negativos. 2.5 Existe uma relação de confiança entre as pessoas. 2.6 Os trabalhadores são comprometidos com a instituição. 2.7 A instituição tem uma cultura interna alinhada ao processo de aprendizagem, ou seja, existe um ambiente de aprendizagem na instituição. 2.8 Existe um ambiente positivo de comunicação, cooperação e negociação.
Estruturas organizacionais	3.1 As equipes são multidisciplinares e possuem autonomia e alçada decisória. 3.2 As equipes são organizadas por projetos/pesquisa (processos). 3.3 Existe uma cooperação entre equipes distribuídas fisicamente. 3.4 Existe liberdade na formação das equipes. 3.5 Existe uma equipe específica responsável pela gestão do conhecimento.
Práticas e políticas de gestão	4.1 Treinamentos adequados às atividades são oferecidos freqüentemente e incentivados pelas chefias. 4.2 Não existe pressão por tempo e metas excessivas, que são barreiras ao conhecimento. 4.3 Os esforços adicionais relacionados ao conhecimento e desempenho são reconhecidos pela chefia. 4.4 Existe um procedimento adequado de identificação de competências e seleção de pessoas para trabalhar no local. 4.5 A capacidade de trabalhadores no setor é suficiente para garantir o compartilhamento das informações. 4.6 As responsabilidades atribuídas às pessoas são acompanhadas de critérios de valorização.
Mensuração de resultados	5.1 Existe um acompanhamento dos resultados (retornos) dos investimentos em treinamentos. 5.2 Existe uma avaliação dos resultados (desempenho) das atividades dos funcionários. 5.3 As atividades desenvolvidas pelas pessoas são avaliadas quanto ao alinhamento aos objetivos da instituição.

Tecnologia da informação	6.1 Existe uma estrutura tecnológica para o armazenamento e compartilhamento do conhecimento. 6.2 Existe um portal (intranet) de disseminação e busca de conhecimento. 6.3 As pessoas são capacitadas para utilização dos recursos tecnológicos de informação. 6.4 Os recursos tecnológicos de informação estão disponíveis as pessoas quando necessários. 6.5 Os recursos tecnológicos de informação são eficientes para armazenamento e divulgação de informações. 6.6 As informações são centralizadas em um sistema (portal) de fácil acesso e localização.
Aprendizagem com o ambiente	7.1 As pessoas são incentivadas ao aprendizado, participação e aceitação de novas práticas e tecnologias inovadoras. 7.2 Os procedimentos, instruções ou documentações são atualizados e de fácil compreensão. 7.3 As informações trocadas durante os processos de comunicação são suficientes. 7.4 Os mecanismos de comunicação são eficientes para divulgação de informações sobre atividades de trabalho (conhecimento).

3.2 DETERMINAÇÃO DO PADRÃO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO

Nesta etapa do método, utilizou-se uma versão adaptada do método de avaliação da resiliência utilizado por GRECCO (2012). Nesta parte, procura-se obter de especialistas do domínio organizacional o grau de importância de cada fator crítico de sucesso de cada tema, de forma que o domínio tenha uma gestão do conhecimento eficiente. Isto significa dizer que o grau de importância atribuído a cada fator pelo especialista, deve retratar como o domínio organizacional deveria ser. Desta forma, neste caso, não está se avaliando o local, mas o padrão ideal de gestão do conhecimento que este deveria apresentar.

A determinação do padrão de gestão do conhecimento é dividida em sete etapas que são mostradas na Figura 7 e descritas a seguir.

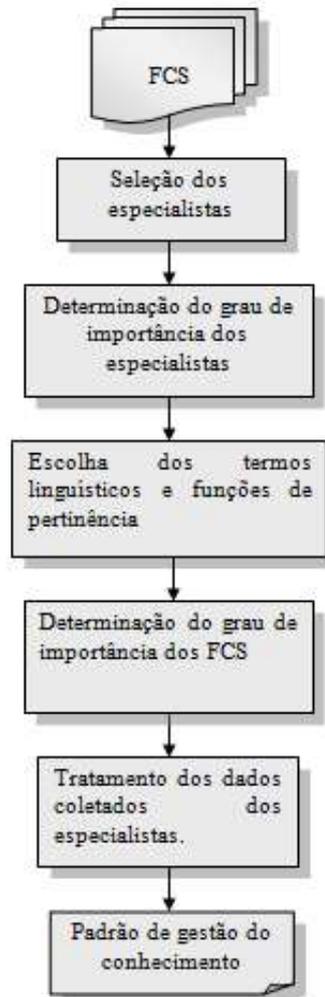


Figura 7- Etapas da segunda parte do método.

- **ETAPA 1: Definição dos FCS.**

Esta etapa já foi apresentada na Seção 3.1. Esses FCS serão as variáveis linguísticas do método.

- **ETAPA 2: Seleção dos especialistas.**

A escolha dos especialistas é um fator crítico, visto que a qualidade e confiabilidade dos resultados dependem da qualidade dos especialistas. Entretanto, de uma forma geral, todos os indivíduos com experiência e conhecimento reconhecidos que estão ou já

estiveram envolvidos, direta ou indiretamente, na área de interesse são candidatos ao processo de avaliação dos FCS.

- **ETAPA 3: Determinação do grau de importância dos especialistas.**

Como geralmente um grupo de especialista é heterogêneo, as opiniões não podem ser consideradas com a mesma intensidade, ou seja, com o mesmo grau de importância. Desse modo, cada opinião terá uma importância dada pelo grau de importância do especialista.

A determinação do grau de importância do especialista é feita por meio de um questionário para coleta de dados. Este questionário (Q) foi utilizado por GRECCO (2012) para identificação do perfil do especialista. Cada questionário contém informações de um único especialista. Os respectivos graus de importância são definidos como um subconjunto $\mu_i(k) \in [0,1]$.

O grau de importância de cada especialista, GIE_i , que é seu grau de importância relativo em comparação aos outros especialistas, é definido por:

$$GIE_i = \frac{tQ_i}{\sum_{i=1}^n tQ_i} \quad (3.1)$$

Onde:

tQ_i = total de pontos do questionário para o especialista i .

- **ETAPA 4: Escolha dos termos linguísticos e das funções de pertinência para avaliação dos FCS.**

No enfoque da teoria *fuzzy*, cada fator pode ser visto como uma variável linguística, relacionada a um conjunto de termos linguísticos associados a funções de pertinência. Cada fator será uma composição de termos linguísticos, obtidos em um processo de avaliação, feito por meio do julgamento de especialistas. Desta forma, também serão números *fuzzy*.

Os termos lingüísticos utilizados foram:

- **Muito importante (MI):** para os FCS que são considerados muito importantes (têm grande influência) para gestão do conhecimento;
- **Importante (I):** para os FCS que são considerados importantes (têm influência) para gestão do conhecimento;
- **Pouco importante (PI):** para os FCS que são considerados pouco importantes (têm pouca influência) para gestão do conhecimento;
- **Não é importante (NI):** para os FCS que não são considerados importantes (não têm influência) para gestão do conhecimento.

Esses termos lingüísticos serão representados por números *fuzzy* triangulares, que denotarão o grau de importância de cada fator considerado. Os números *fuzzy* triangulares tratam muito bem informações com alto grau de incerteza e de indefinição, como são as variáveis lingüísticas que traduzem as opiniões de especialistas (GRECCO, 2012).

A Figura 8 apresenta as variáveis lingüísticas, os termos lingüísticos e os gráficos das suas funções de pertinência e a Tabela 3 os números *fuzzy* triangulares para os termos lingüísticos.

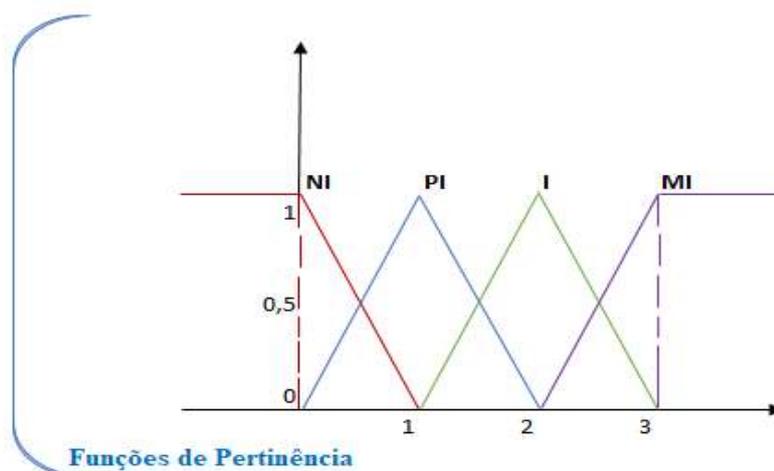
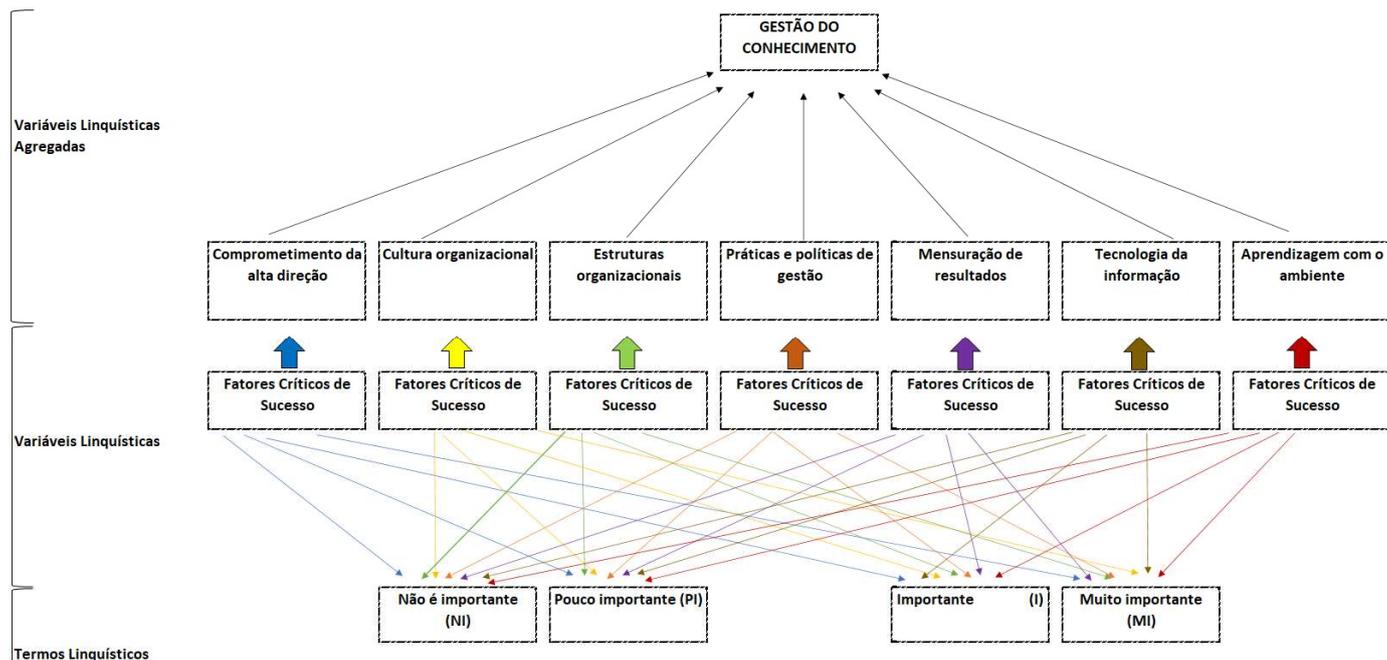


Figura 8- As variáveis linguísticas, os termos linguísticos e os gráficos das funções de pertinência.

Tabela 3- Números fuzzy para os termos linguísticos.

Grau de importância	Simbologia	Termo linguístico	Número <i>fuzzy</i> triangular
0,0	NI	Não é Importante	$N_1 = (0,0; 0,0; 1,0)$
1,0	PI	Pouco Importante	$N_2 = (0,0; 1,0; 2,0)$
2,0	I	Importante	$N_3 = (1,0; 2,0; 3,0)$
3,0	MI	Muito Importante	$N_4 = (2,0; 3,0; 3,0)$

O conjunto dos termos linguísticos da Tabela 3 possui as seguintes funções de pertinência propostas por LEE (1996):

$$N_1 = (0,0; 0,0; 1,0) \quad \mu_{N_1}(x) = \begin{cases} 1-x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & 1 \leq x \leq n \end{cases}$$

$$N_2 = (k-2; k-1; k) \quad \mu_{N_2}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq k-2 \\ x-(k-2), & k-2 \leq x \leq k-1 \\ k-x, & k-1 \leq x \leq k \\ 0, & k \leq x \leq n \end{cases} \quad \text{para } k = 2, \dots, (n-1)$$

$$N_n = (n-2; n-1; n-1) \quad \mu_{N_n}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq n-2 \\ x-(n-2), & n-2 \leq x \leq n-1 \end{cases}$$

- **ETAPA 5: Determinação do grau de importância de cada fator.**

Esta etapa tem por objetivo obter dos especialistas os graus de importância de cada um dos FCS de cada tema, por meio do uso do conjunto de termos linguísticos, caracterizados pelos números *fuzzy* triangulares mostrados na Tabela 3.

É importante que cada especialista entenda que o seu julgamento será utilizado em um trabalho de pesquisa e não como uma avaliação de conhecimentos, para que possam fazer seus julgamentos adequadamente.

- **ETAPA 6: Tratamento dos dados coletados dos especialistas na avaliação de cada fator.**

Nesta etapa, utilizando o método de agregação de similaridades proposto por HSU e CHEN (1996), é feita a combinação dos julgamentos individuais dos especialistas. Esta etapa envolve:

- (1) o cálculo do grau de concordância entre opiniões;

- (2) a construção da matriz de concordância;
- (3) o cálculo da concordância relativa;
- (4) o cálculo do grau de concordância relativa;
- (5) o cálculo do coeficiente de consenso dos especialistas;
- (6) a determinação do valor *fuzzy* de cada fator referentes aos temas.

• **ETAPA 6.1: Cálculo do grau de concordância entre opiniões.**

O cálculo do grau de concordância (GC) é feito combinando-se os julgamentos dos especialistas E_i e E_j , por meio da razão entre a área de interseção (AI) e a área de união (AU), de suas funções de pertinência.

$$GC_{ij} = \frac{AI}{AU} = \frac{\int_x (\min\{\mu_{Ni}(x), \mu_{Nj}(x)\}) dx}{\int_x (\max\{\mu_{Ni}(x), \mu_{Nj}(x)\}) dx} \quad (3.2)$$

As Tabelas 4 e 5 mostram, respectivamente, os valores das áreas de interseção e de união das opiniões *fuzzy*.

As Figuras 9 e 10 ilustram, respectivamente, a representação da área de interseção e de união de duas opiniões *fuzzy* (I e MI).

Tabela 4- Valores das áreas de interseção das opiniões fuzzy.

Opinião	NI	PI	I	MI
NI	0,5	0,25	0	0
PI	0,25	1	0,25	0
I	0	0,25	1	0,25
MI	0	0	0,25	0,5

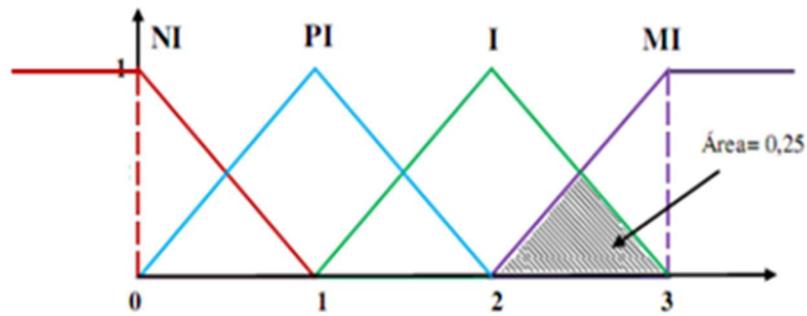


Figura 9- Representação da área de interseção de duas opiniões fuzzy (I e MI).

Tabela 5- Valores das áreas de união das opiniões fuzzy.

Opinião	NI	PI	I	MI
NI	0,5	1,25	1,5	1
PI	1,25	1	1,75	1,5
I	1,5	1,75	1	1,25
MI	1	1,5	1,25	0,5

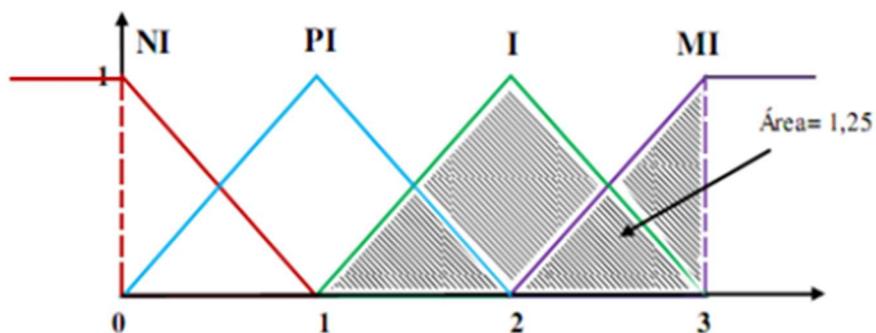


Figura 10- Representação da área de união de duas opiniões fuzzy (I e MI).

- **ETAPA 6.2: Construção da matriz de concordância.**

A matriz de concordância (MC) é construída com todos os graus de concordância entre cada par de especialistas E_i e E_j . Se $i = j$, $GC_{ij} = 1$.

$$MC = \begin{bmatrix} 1 & GC_{12} & \cdots & GC_{1j} & \cdots & GC_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \\ GC_{i1} & GC_{i2} & \cdots & GC_{ij} & \cdots & GC_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \\ GC_{n1} & GC_{n2} & \cdots & GC_{nj} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

No caso, se tiver um $GC_{ij} = 0$, significa que não houve interseção entre a opinião do i -ésimo e o j -ésimo especialista. Então, de acordo com a conveniência de avaliação, podem-se obter mais informações desses especialistas a fim de ajustar suas opiniões e chegar a uma intersecção entre elas.

Se os valores $GC_{ij} = 0$ forem considerados na matriz, estes valores terão grau de importância zero no resultado final do processo de agregação, ou seja, os graus de concordância nulos de um dado especialista reduzirão o grau de importância desse especialista no julgamento final do fator avaliado. Contudo, se houver uma grande quantidade de graus de concordância nulos, isto é, baixo consenso entre os especialistas, isto pode significar que estes não entenderam convenientemente o instrumento de avaliação. Neste caso, é necessário obter-se mais informações dos especialistas para se chegar ao consenso entre eles.

- **ETAPA 6.3: Cálculo da concordância relativa.**

O cálculo da concordância relativa de cada especialista (CR_i) é obtido pela média quadrática do grau de concordância entre eles, utilizando os dados da matriz de concordância (MC):

$$CR_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (GC_{ij})^2} \quad (3.3)$$

- **ETAPA 6.4: Cálculo do grau de concordância relativa.**

O cálculo do grau de concordância relativa de um especialista (GCR_k), em relação aos outros especialistas, é obtido pela média ponderada da concordância relativa de cada especialista (CR_i):

$$GCR_k = \frac{CR_k}{\sum_{i=1}^n CR_i} \quad (3.4)$$

- **ETAPA 6.5: Cálculo do coeficiente de consenso dos especialistas.**

O cálculo do coeficiente de consenso de cada especialista (CCE_k) é obtido utilizando os valores do grau de concordância relativa (GCR_k) e do grau de importância do especialista (GIE_k):

$$CCE_k = \frac{GCR_k \cdot GIE_k}{\sum_{i=1}^n (GCR_i \cdot GIE_i)} \quad (3.5)$$

- **ETAPA 6.6: Determinação do valor *fuzzy* de cada fator.**

O resultado da avaliação dos FCS determinará o valor *fuzzy* de cada fator relativo aos temas que será dado por N , que também é um número *fuzzy* triangular:

$$N = \sum_{i=1}^n (CCE_i \cdot n_i) \quad (3.6)$$

Onde n_i é o número *fuzzy* triangular relativo aos termos lingüísticos (NI, PI, I, MI) utilizados pelos especialistas na avaliação dos FCS.

- **ETAPA 7: Estabelecimento do padrão de gestão do conhecimento.**

Para estabelecer o padrão de gestão do conhecimento, ou seja, uma base de referência para a avaliação da gestão do conhecimento de um local é calculada o grau de importância de cada fator que compõe tema.

O grau de importância de cada fator (GIF_i) de cada tema é obtido pela normalização dos valores *crisp* desses FCS (Equação 3.7). Para isso, determina-se o valor de b_i de seu número *fuzzy* triangular, $N(a_i, b_i, c_i)$, correspondente. Este valor *de* b_i corresponde ao valor com grau de pertinência igual a 1. Este é o valor *crisp* do fator.

$$GIF_i = \frac{b_i}{\text{maior valor de } b} \quad (3.7)$$

A Tabela 6 mostra um exemplo de estabelecimento de padrão para o tema “aprendizagem com o ambiente”. Este exemplo considera que o número *fuzzy* calculado na etapa anterior para o fator crítico de sucesso (FCS) “Mudança de contexto” possui o maior valor de b .

Tabela 6- Exemplo de um estabelecimento de padrão para tema “aprendizagem com o ambiente”.

	Número fuzzy			b_i	GII
	a	b	c		
Aprendizagem com o ambiente					
7.1 Mudança de contexto	a_1	b_1	c_1	b_1	1
7.2 Conteúdo das documentações	a_2	b_2	c_2	b_2	b_2/b_1
7.3 Conteúdo das informações	a_3	b_3	c_3	b_3	b_3/b_1
7.4 Comunicação	a_4	b_4	c_4	b_4	b_4/b_1

3.3 AVALIAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO

Nesta terceira parte do método, as pessoas do local avaliado julgam o conjunto de FCS de cada tema, considerando as circunstâncias em que o local se encontra. Os resultados deste julgamento serão confrontados com o padrão (base de referência) já estabelecido para o local. São gerados índices (graus) de atendimento para os temas, chegando à avaliação final da gestão do conhecimento. Esses índices medem o quanto o local avaliado atinge percentualmente o padrão ideal estabelecido, que tem índice igual a 1.

Esta parte do método *fuzzy* pode ser dividida em quatro etapas que são representadas na Figura 11 e descritas a seguir.

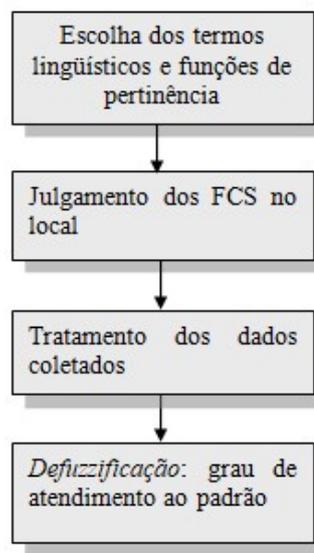


Figura 11- Etapas da terceira parte do método.

- **ETAPA 1: Escolha dos termos linguísticos e funções de pertinência.**

Nesta etapa foram escolhidos termos linguísticos para avaliar os graus de atendimento dos FCS em um determinado local.

Foram utilizados os termos linguísticos: **discordo totalmente (DT)**; **discordo parcialmente (DP)**; **não concordo, nem discordo (NCND)**; **concordo parcialmente (CP)** e **concordo totalmente (CT)**.

Os termos linguísticos são representados por números *fuzzy* triangulares, denotando assim o grau de atendimento de cada fator considerado.

A Figura 12 e a Tabela 7 mostram os termos linguísticos representados por números *fuzzy* com suas funções de pertinência adaptadas de LEE (1996).

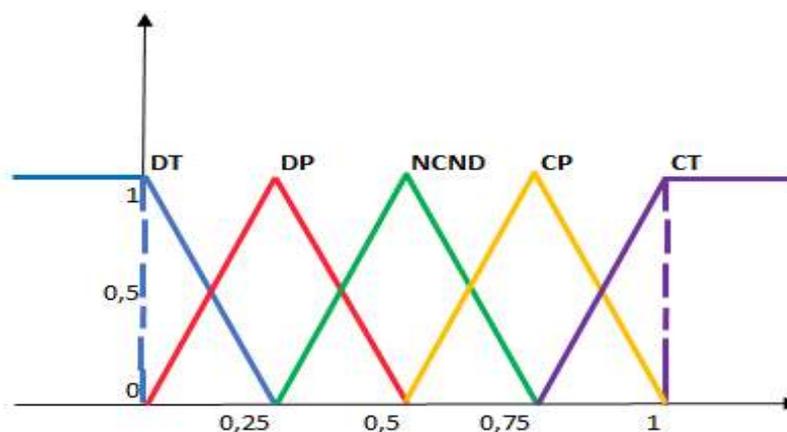


Figura 12- Funções de pertinência dos números fuzzy para os termos linguísticos na avaliação dos graus de atendimento dos FCS.

Tabela 7- Números fuzzy para os termos linguísticos na avaliação dos graus de atendimento dos FCS.

Grau de atendimento	Simbologia	Termo linguístico	Número <i>fuzzy</i> triangular
0,00	DT	Discordo totalmente	$N_1 = (0,00; 0,00; 0,25)$
0,25	DP	Discordo parcialmente	$N_2 = (0,00; 0,25; 0,50)$
0,50	NCND	Não concordo, nem discordo	$N_3 = (0,25; 0,50; 0,75)$
0,75	CP	Concordo parcialmente	$N_4 = (0,50; 0,75; 1,00)$
1,00	CT	Concordo totalmente	$N_5 = (0,75; 1,00; 1,00)$

- **ETAPA 2: Julgamento dos FCS no local.**

Nesta etapa, as pessoas do local julgam os FCS utilizando os termos linguísticos (métricas subjetivas) definidos na etapa anterior. O resultado desse julgamento será o grau de concordância do comportamento de cada um dos FCS relacionados aos temas.

- **ETAPA 3: Tratamento dos dados coletados.**

Cada termo linguístico será representado por um número *fuzzy* que será convertido em um formato numérico (grau de atendimento) que corresponde ao valor com grau de pertinência igual a 1.

- **ETAPA 4: Defuzzificação.**

O objetivo desta etapa é obter um valor numérico discreto que melhor representa os valores *fuzzy* inferidos da variável linguística de saída, ou seja, obter um grau de atendimento aos temas do padrão de gestão do conhecimento, que significa um índice de gestão do conhecimento do local.

Utilizando o método do centro de área (centróide) é calculado, para cada avaliação, o grau de atendimento do local aos temas do padrão de gestão do conhecimento, pela Equação 3.8:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^k GIF_j \cdot a_j}{\sum_{j=1}^k GIF_j} \quad (3.8)$$

Onde:

A_i = grau de atendimento do local ao tema i do padrão de gestão do conhecimento;

a_j = grau de atendimento do fator j do tema i no local;

GIF_j = grau de importância do fator j do tema i , calculado por meio da Equação 3.7.

Desta forma, poderemos avaliar o quanto o local atinge, percentualmente, do padrão estabelecido. Esta avaliação poderá ser feita todas as vezes que se desejar estimar em que estágio de evolução estão os FCS de cada tema que influencia a gestão do conhecimento do local.

4 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Este capítulo apresenta o local onde foi aplicado o método de avaliação proposto nesta dissertação. O método foi aplicado no Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABIHS) do Instituto de Engenharia Nuclear.

4.1 O INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) é uma unidade de pesquisa e desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O IEN está localizado na Ilha do Fundão.

Este instituto de pesquisa foi criado em 1962 com o objetivo de impulsionar, no Rio de Janeiro, a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico na área nuclear. Conforme o documento de criação do instituto, seus primeiros desafios foram a construção, operação e uso de um reator nuclear de pesquisa e a responsabilidade pela produção de radioisótopos para pesquisas e usos industriais, médicos, agrícolas e biológicos. Em decorrência do aumento das demandas do setor nuclear e correlato, outros laboratórios e instalações de pesquisa foram criados ao longo dos anos.

O Instituto completou 58 anos de existência, período em que contribuiu significativamente para o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia Nuclear no Brasil.

O IEN tem como missão contribuir para o bem-estar da sociedade e seu desenvolvimento sustentável por meio de inovações tecnológicas e formação de recursos humanos para os setores nuclear e correlatos.

Atento ao desenvolvimento de aplicações e técnicas da energia nuclear no mundo e às nossas necessidades, o IEN veio a se transformar no centro de pesquisa atual, com inúmeros laboratórios, grupos de estudos, ensino e pesquisas, e o ciclotron para produção de radiofármacos. Assim, trata-se de órgão de apoio técnico para todo o setor nuclear brasileiro.

As principais áreas de atuação do IEN são:

- (i) Aplicações de técnicas nucleares na indústria, saúde e meio ambiente;
- (ii) Aplicações industriais de traçadores radioativos;
- (iii) Gestão do conhecimento em ciências nucleares;

- (iv) Engenharia de Sistemas Complexos;
- (v) Engenharia e tecnologia de reatores nucleares;
- (vi) Instrumentação nuclear;
- (vii) Química e materiais;
- (viii) Produção de Radiofármacos;
- (ix) Realidade Virtual aplicada à área nuclear;
- (x) Rejeitos;
- (xi) Ensino e Pós-Graduação;
- (xii) Segurança e proteção radiológica.

Atualmente, a força de trabalho do IEN é composta por 234 pessoas, conforme apresentado na figura abaixo:

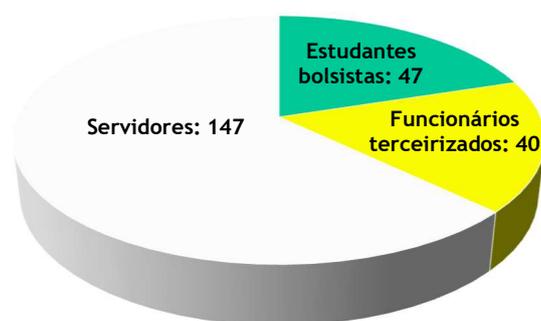


Figura 13- Força de trabalho do IEN

Os servidores ativos (147 pessoas) representam 63% da força de trabalho do IEN. Cabe ressaltar que, devido ao envelhecimento desses servidores e conseqüentemente a aposentadoria associada à falta de concursos públicos, torna-se importante uma eficiente gestão do conhecimento. Os funcionários terceirizados (40 pessoas) atuam na área de apoio a gestão do IEN. Os estudantes bolsistas (mestrandos, doutorandos e pos doutorandos), 47 pessoas, contribuem nas pesquisas e no desenvolvimento tecnológico nas áreas de atuação do instituto.

Para a gestão do conhecimento do IEN foram criadas três ferramentas:

- (i) Um repositório institucional de informação e dados de pesquisa do IEN, o **CarpeDIEN**. Nesse repositório são armazenados: teses, dados científicos,

publicações técnicas-científicas, documentos administrativos, documentos históricos e outros objetos digitais;

- (ii) **WikiIEN:** Ferramenta para melhorar o compartilhamento de informações entre os pesquisadores do instituto, por meio de uma base de conhecimento comum que pode ser atualizada on-line. É um aplicativo da web do tipo Wiki baseado no software MediaWiki. Wikipedia é o site mais famoso que usa o MediaWiki;
- (iii) **Progress Report:** Revista acadêmica para publicação de artigos sobre pesquisas científicas realizadas pelo IEN. É baseada no software Open Journal Systems (OJS). OJS é um software de código aberto para gerenciar e publicar periódicos acadêmicos.

Apesar das três ferramentas serem importantes na preservação e compartilhamento do conhecimento produzido no IEN, não existe um método capaz de avaliar o desempenho da gestão do conhecimento. O método apresentado nesta dissertação preenche esta lacuna.

4.2 O LABORATÓRIO DE INTERFACES HUMANO-SISTEMAS (LABIHS)

O LABIHS é um dos laboratórios que formam a infraestrutura da área de Engenharia de Sistemas Complexos. O desenvolvimento deste laboratório contou com o suporte técnico e financeiro da IAEA, mediante o projeto de cooperação técnica BRA/4/049 que se desenvolveu no biênio 2001/2002 (CARVALHO *et al.*, 2002).

O LABIHS organiza-se em torno de uma sala de controle digital onde são simulados os processos e a operação de uma planta nuclear de potência, tipo PWR (*Pressurized Water Reactor*). O laboratório possui uma sala anexa (sala do instrutor), onde são definidos os cenários de operação do reator nuclear e gravados os dados da operação para posterior avaliação, com base nas ferramentas de análise de fatores humanos. No LABIHS também está disponível um sistema para gravação de eventos (atuações dos operadores nas interfaces de operação por meio do *mouse*) e um sistema para gravação de vídeo e áudio da sala de controle (ações e comunicação entre os operadores).

Uma facilidade como o LABHIS, não poderá reproduzir todas as situações de trabalho de uma sala de controle real, mas poderá apresentar ao operador um ambiente que englobe alguns fatores-chaves para seu desempenho, principalmente aqueles associados a condições não usuais de operação, cujo desenrolar tem maior probabilidade de gerar acidentes (CARVALHO *et al.*, 2002).

No LABIHS, atualmente, são realizadas pesquisas e projetos nas áreas de desenvolvimento e avaliação de interfaces avançadas para salas de controle, avaliação de desempenho de humano em emergências, análise de confiabilidade humana e engenharia de fatores humanos.

Além disso, o LABIHS é usado em suporte ao ensino de disciplinas do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Engenharia Nuclear (PPGIEN). A figura 14 mostra o LABHIS.



Figura 14- Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABIHS) do Instituto de Engenharia Nuclear (FONTE: www.iem.gov.br)

Atualmente, a força de trabalho do LABHIS conta com seis servidores, todos com mais de dez anos de experiência.

Importante ressaltar que o LABHIS perdeu nos últimos cinco anos, dois servidores por aposentadoria.

Desta forma, as peculiaridades do problema relacionado à preservação do conhecimento nuclear relatadas no capítulo 2.3 estão presentes neste laboratório.

5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO

No capítulo anterior foi apresentado o Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABIHS), que foi escolhido para a aplicação do método de avaliação. Neste capítulo é descrita a experiência completa de utilização do método no LABIHS.

A estrutura de FCS (Tabela 1) e a avaliação de cada fator (Tabela 2), apresentadas no capítulo 3.2, foram utilizadas por serem adequadas para a avaliação da gestão do conhecimento no LABHIS.

5.1 DETERMINAÇÃO DO PADRÃO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO DO LABHIS

Nesta parte da aplicação método, conforme descrito no Capítulo 3, são apresentadas as etapas realizadas para determinação do padrão de gestão do conhecimento do LABHIS.

- **ETAPA 1: Definição dos FCS.**

Os fatores críticos de sucesso (FCS) apresentados na Tabela 1 são as variáveis linguísticas do método.

- **ETAPA 2: Seleção dos especialistas.**

Foram escolhidos 17 especialistas. Este conjunto de especialistas, todos do IEN, contém gestores, pesquisadores líderes das áreas de pesquisa, pesquisadores em gestão do conhecimento e divulgação científica, além de profissionais conhecidos pelos seus conhecimentos, experiência e trabalho na área de interesse.

Desta forma, definimos o conjunto de especialistas que avaliaram os FCS como: $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$, onde $n = 17$.

- **ETAPA 3: Determinação do grau de importância dos especialistas.**

Para esta etapa foi utilizado o questionário para coleta de dados do especialista apresentado no Apêndice 1. Este questionário (Q), adaptado de GRECCO (2012), com perguntas fechadas, com o propósito de diferenciar quantitativamente itens subjetivos.

O questionário é composto por 10 questões (q) e cada questão possui vários itens. As questões (q) e seus respectivos itens, com graus de importância normalizados, foram elaborados com o objetivo de obter um grau de importância de cada especialista considerando os conhecimentos, produção científica, experiência e atuação na área de gestão do conhecimento.

Cabe ressaltar que as questões podem ser adaptadas de acordo com as necessidades locais, assim como os graus de importância para cada um dos itens podem ser modificados para se obter resultados convenientes.

A Tabela 8 apresenta a apuração dos dados coletados dos especialistas. O total de pontos do questionário de cada especialista, tQ_i , é a soma dos graus de importância de cada questão (q) e o grau de importância de cada especialista, GIE_i , foi calculado por meio da Equação 3.1. A Figura 15 apresenta a representação gráfica dos graus de importância dos especialistas.

Conforme mostrado na Tabela 8 e na Figura 15, o especialista 13 é o que possui maior grau de importância (0,0812) e o especialista 17 é o que possui menor grau de importância (0,0333).

Tabela 8- Apuração dos dados coletados dos especialistas.

Ei	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	tQi	GIEi
1	1,0	1,0	0,5	0,0	0,8	0,5	0,2	0,8	0,0	0,0	4,80	0,0390
2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	9,80	0,0796
3	1,0	0,8	0,5	0,0	1,0	0,8	0,5	0,8	0,0	0,0	5,60	0,0455
4	0,9	1,0	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	0,0	6,90	0,0561
5	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,0	1,0	0,8	1,0	1,0	8,60	0,0699
6	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,0	0,8	0,3	0,0	0,0	5,40	0,0439
7	1,0	0,8	0,8	0,5	1,0	0,0	0,8	0,5	0,5	0,0	6,10	0,0496
8	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	0,5	1,0	0,8	0,5	0,0	7,40	0,0601
9	0,9	1,0	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,0	0,0	5,60	0,0455
10	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	9,10	0,0739
11	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,5	1,0	1,0	8,40	0,0682
12	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0	0,0	1,0	0,5	1,0	0,0	6,90	0,0561
13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0	0,0812
14	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,8	0,5	0,3	7,00	0,0569
15	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	9,00	0,0731
16	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,5	1,0	0,8	1,0	0,3	8,40	0,0682
17	1,0	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	4,10	0,0333
Total											123,10	1,0000



Figura 15- Representação gráfica dos graus de importância dos especialistas.

- **ETAPA 4: Escolha dos termos linguísticos e das funções de pertinência**

Nesta etapa foram utilizados os termos linguísticos e as funções de pertinências apresentadas na Figura 8 e na Tabela 3, no Capítulo 3.

- **ETAPA 5: Determinação do grau de importância de cada fator.**

Para determinar o grau de importância dos FCS para o LABHIS foi utilizado o questionário apresentado no Apêndice 2. Este questionário foi preenchido pelos especialistas, utilizando o conjunto de termos linguísticos, caracterizados pelos números *fuzzy* triangulares, mostrados na Tabela 3. Este questionário foi comentado e explicado detalhadamente para cada especialista, a fim de evitar distorções e dúvidas no seu preenchimento.

- **ETAPA 6: Tratamento dos dados coletados dos especialistas na avaliação de cada fator.**

Nesta etapa, como exemplo, são apresentados os cálculos da avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

- **ETAPA 6.1: Cálculo do grau de concordância entre opiniões.**

O cálculo do grau de concordância, GC_{ij} , entre os especialistas E_i e E_j , foi obtido por meio da Equação 3.2, ou seja, da razão entre a área de interseção das funções de pertinência correspondentes aos termos linguísticos (Tabela 9), utilizados no julgamento do fator (opiniões), por esses especialistas (Tabela 10), e a área de união dessas mesmas funções de pertinência (Tabela 11).

Tabela 9- Termos linguísticos usados pelos especialistas na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

Especialistas	Termos linguísticos	Números fuzzy N
1	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
2	I	(1,0; 2,0; 3,0)
3	I	(1,0; 2,0; 3,0)
4	I	(1,0; 2,0; 3,0)
5	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
6	I	(1,0; 2,0; 3,0)
7	I	(1,0; 2,0; 3,0)
8	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
9	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
10	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
11	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
12	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
13	I	(1,0; 2,0; 3,0)
14	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
15	MI	(2,0; 3,0; 3,0)
16	I	(1,0; 2,0; 3,0)
17	MI	(2,0; 3,0; 3,0)

- **ETAPA 6.2: Construção da matriz de concordância.**

Calculados todos os graus de concordância, GC_{ij} , entre cada par de especialistas E_i e E_j , foi construída a matriz de concordância, MC, representada na Tabela 12.

Tabela 12- Matriz de concordância entre os especialistas na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

E _i /E _j	E1/E _j	E2/E _j	E3/E _j	E4/E _j	E5/E _j	E6/E _j	E7/E _j	E8/E _j	E9/E _j	E10/E _j	E11/E _j	E12/E _j	E13/E _j	E14/E _j	E15/E _j	E16/E _j	E17/E _j
E _j /E1	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E2	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20
E _j /E3	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20
E _j /E4	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20
E _j /E5	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E6	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20
E _j /E7	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20
E _j /E8	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E9	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E10	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E11	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E12	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E13	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20
E _j /E14	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E15	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00
E _j /E16	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	0,20
E _j /E17	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00

Neste exemplo, observou-se que todos os graus de concordância possuem valores não nulos, ou seja, há concordância entre todos os especialistas na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

Neste trabalho, uma pequena quantidade de valores $GC_{ij} = 0$ na avaliação dos FCS foi considerada, ou seja, decidiu-se não fazer ajustes para a convergência das opiniões e utilizou-se as informações originais da pesquisa, uma vez que isto é possível no método. Com este procedimento, os graus de concordância nulos, de um dado especialista, reduzirão a importância desse especialista no julgamento final do indicador avaliado.

• **ETAPA 6.3: Cálculo da concordância relativa.**

Por meio dos dados obtidos da matriz de concordância, calculou-se a concordância relativa (CR_i) de cada especialista envolvido na avaliação pela Equação 3.3. Para o especialista 1, por exemplo, tem-se:

$$CR_1 = \sqrt{\frac{1}{17-1} \cdot (1^2 + 0,2^2 + 0,2^2 + 0,2^2 + 1^2 + 0,2^2 + \dots + 1^2)} = 0,8016$$

A Tabela 13 apresenta os valores da concordância relativa de cada especialista.

Tabela 13- Valores da concordância relativa de cada especialista na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

Especialistas	CR_i
1	0,8016
2	0,6801
3	0,6801
4	0,6801
5	0,8016
6	0,6801
7	0,6801
8	0,8016
9	0,8016
10	0,8016
11	0,8016
12	0,8016
13	0,6801
14	0,8016
15	0,8016
16	0,6801
17	0,8016
Total	12,7761

- **ETAPA 6.4: Cálculo do grau de concordância relativa.**

O grau de concordância relativa (GCR_k), de cada especialista, em relação aos demais especialistas, foi obtido pela Equação 3.4. Para o especialista 1, por exemplo, tem-se:

$$GCR_1 = \frac{0,8016}{12,7761} = 0,0627$$

A Tabela 14 apresenta os valores do grau de concordância relativa de cada especialista.

Tabela 14- Valores do grau de concordância relativa de cada especialista na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

Especialistas	GCR _k
1	0,0627
2	0,0532
3	0,0532
4	0,0532
5	0,0627
6	0,0532
7	0,0532
8	0,0627
9	0,0627
10	0,0627
11	0,0627
12	0,0627
13	0,0532
14	0,0627
15	0,0627
16	0,0532
17	0,0627

- **ETAPA 6.5: Cálculo do coeficiente de consenso dos especialistas.**

O coeficiente de consenso de cada especialista (CCE_k), considerando tanto o grau de concordância relativa (GCR_k), quanto o grau de importância do especialista (GIE_k) foi obtido pela Equação 3.5. Para o especialista 1, por exemplo, tem-se:

$$CCE_1 = \frac{0,0627 \cdot 0,0390}{0,0587} = 0,0417$$

A Tabela 15 apresenta os valores do coeficiente de consenso de cada especialista.

Tabela 15- Valores do coeficiente de consenso de cada especialista, especialista na avaliação do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

Especialistas	CCE _k
1	0,0417
2	0,0722
3	0,0412
4	0,0508
5	0,0747
6	0,0398
7	0,0449
8	0,0642
9	0,0486
10	0,0790
11	0,0729
12	0,0599
13	0,0737
14	0,0608
15	0,0781
16	0,0619
17	0,0356

- **ETAPA 6.6: Determinação do valor *fuzzy* do fator “Interação entre pessoas”.**

O resultado da avaliação do fator “Interação entre pessoas”, relativo ao tema “Comprometimento da Alta Direção”, é dado por N , calculado pela Equação 3.6, que também é um número *fuzzy* triangular.

$$N = \{[0,0417. n_1] + \dots + [0,0356. n_{12}]\}$$

$$N = \{[(0,0417. 2,00) + \dots + (0,0356. 2,00)];$$

$$[(0,0417. 3,00) + \dots + (0,0356. 3,00)];$$

$$[(0,0417. 3,00) + \dots + (0,0356. 3,00)]\}$$

$$N = (1,62; 2,62; 3,00)$$

Este número *fuzzy* N é representado na Figura 16.

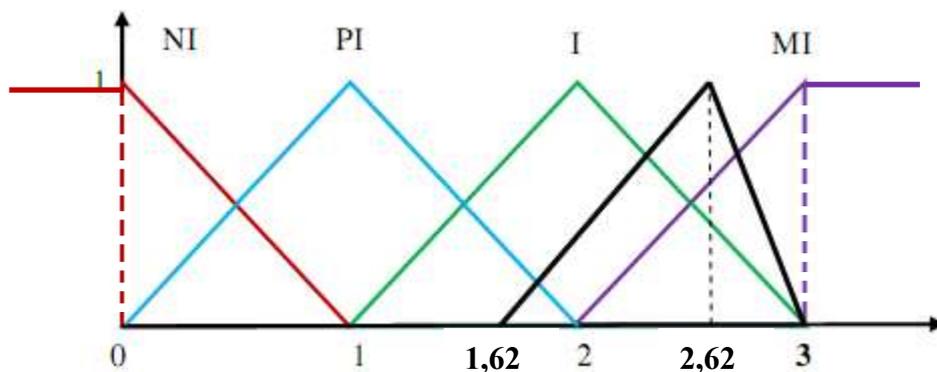


Figura 16- Função de pertinência do fator “Interação entre pessoas” do tema “Comprometimento da Alta Direção”.

A Tabela 16 apresentada na etapa 7, mostra o resultado da avaliação de todos os FCS utilizados nesta aplicação.

- **ETAPA 7: Estabelecimento do padrão de gestão do conhecimento para o LABIHS.**

O padrão de gestão do conhecimento para o LABHIS foi obtido por meio do cálculo grau de importância de cada fator que compõe cada tema. O grau de importância de cada fator (GIF_i) é calculado pela normalização dos valores *crisp* desses FCS, utilizando a Equação 3.7.

A Tabela 16 mostra a avaliação dos FCS de cada tema para o LABHIS. Os valores do grau de importância de cada fator (*GIF*) formam um padrão de gestão do conhecimento (conjunto *fuzzy*) para o LABHIS. Desta forma, obtivemos uma base de referência para a avaliação da gestão do conhecimento deste laboratório.

A Tabela 17 mostra os valores em ordem decrescente de grau de importância desses FCS, ou seja, a hierarquização dos FCS.

Tabela 16- Avaliação dos FCS para LABHIS.

Fatores Críticos de Sucesso (FCS)	Número <i>fuzzy</i>			GIF
	a	b	c	
Comprometimento da alta direção				
1.1 Missão e valores	1,57	2,57	2,98	0,874
1.2 Metas e objetivos	1,82	2,82	3,00	0,959
1.3 Interação entre pessoas	1,62	2,62	3,00	0,891
1.4 Compartilhamento do conhecimento	1,94	2,94	2,98	1,000
1.5 Disseminação do conhecimento	1,87	2,87	2,98	0,976
1.6 Investimento para disseminação do conhecimento	1,54	2,54	2,90	0,864
Cultura organizacional				
2.1 Clima organizacional	1,78	2,78	3,00	1,000
2.2 Programa de incentivos	1,67	2,67	2,97	0,960
2.3 Reuniões	1,21	2,21	2,93	0,795
2.4 Documentação	1,17	2,17	2,93	0,781
2.5 Relação de confiança	1,27	2,27	2,89	0,817
2.6 Comprometimento	1,43	2,43	2,93	0,874
2.7 Aprendizagem	1,67	2,67	3,00	0,960
2.8 Ambiente positivo	1,41	2,41	2,94	0,867
Estruturas organizacionais				
3.1 Equipes multidisciplinares	1,24	2,24	2,92	0,922
3.2 Equipes de projetos / pesquisas	1,12	2,12	2,79	0,872
3.3 Cooperação entre equipes	1,43	2,43	2,93	1,000
3.4 Formação de equipe	1,37	2,37	2,90	0,975
3.5 Estrutura administrativa	1,29	2,29	2,98	0,942
Práticas e políticas de gestão				
4.1 Treinamentos	1,49	2,49	2,97	1,000
4.2 Pressão de tempo	0,99	1,99	2,88	0,799
4.3 Esforços adicionais	1,03	2,03	2,78	0,815
4.4 Identificação de competências	1,19	2,19	2,94	0,880
4.5 Recursos Humanos	1,19	2,19	2,94	0,880
4.6 Responsabilidades	1,41	2,41	2,97	0,968
Mensuração de resultados				
5.1 Acompanhamento de investimentos	0,85	1,83	2,64	0,796
5.2 Avaliação de desempenho	1,07	2,07	2,70	0,900
5.3 Identificação de aderência	1,32	2,30	2,86	1,000
Tecnologia da informação				
6.1 Estrutura tecnológica	1,54	2,54	3,00	0,937
6.2 Política de acesso as informações	1,61	2,61	3,00	0,963
6.3 Capacitação	1,54	2,54	3,00	0,937
6.4 Disponibilidade da tecnologia da informação	1,68	2,68	3,00	0,989
6.5 Qualidade dos recursos tecnológicos	1,54	2,54	3,00	0,937

6.6 Acesso as informações	1,71	2,71	2,98	1,000
Aprendizagem com o ambiente				
7.1 Mudança de contexto	1,60	2,60	2,92	1,000
7.2 Conteúdo das documentações	1,45	2,45	2,97	0,942
7.3 Conteúdo das informações	1,20	2,20	2,97	0,846
7.4 Comunicação	1,30	2,30	3,00	0,885

Tabela 17- Hierarquização dos valores do grau de importância dos FCS para o LABHIS.

Fatores Críticos de Sucesso (FCS)	GIF
Comprometimento da alta direção	
Compartilhamento do conhecimento	1,000
Disseminação do conhecimento	0,976
Metas e objetivos	0,959
Interação entre pessoas	0,891
Missão e valores	0,874
Investimento para disseminação do conhecimento	0,864
Cultura organizacional	GIF
Clima organizacional	1,000
Programa de incentivos	0,960
Aprendizagem	0,960
Comprometimento	0,874
Ambiente positivo	0,867
Relação de confiança	0,817
Reuniões	0,795
Documentação	0,781
Estruturas organizacionais	GIF
Cooperação entre equipes	1,000
Formação de equipe	0,975
Estrutura administrativa	0,942
Equipes multidisciplinares	0,922
Equipes de projetos / pesquisas	0,872
Práticas e políticas de gestão	GIF
Treinamentos	1,000
Responsabilidades	0,968
Identificação de competências	0,880
Recursos Humanos	0,880
Esforços adicionais	0,815
Pressão de tempo	0,799
Mensuração de resultados	GIF
Identificação de aderência	1,000
Avaliação de desempenho	0,900
Acompanhamento de investimentos	0,796
Tecnologia da informação	GIF
Acesso as informações	1,000
Disponibilidade da tecnologia da informação	0,989
Política de acesso as informações	0,963
Estrutura tecnológica	0,937
Capacitação	0,937
Qualidade dos recursos tecnológicos	0,937

Aprendizagem com o ambiente	GIF
Mudança de contexto	1,000
Conteúdo das documentações	0,942
Comunicação	0,885
Conteúdo das informações	0,846

Na Tabela 16 observou-se que apenas os FCS “Pressão de Tempo” do tema “Práticas e políticas de gestão” e “Acompanhamento de investimentos” do tema “Mensuração de resultados” não estão no intervalo de I (importante) e MI (muito importante), segundo o conjunto de termos linguísticos da Tabela 3. Isto mostra a importância dos FCS estabelecidos para o LABHIS.

5.2 AVALIAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO DO LABHIS

Nesta avaliação, os servidores que atuam no LABHIS julgaram o conjunto de FCS de cada tema, considerando as condições em que laboratório se encontra. Os resultados deste julgamento foram confrontados com o padrão de estabelecido na seção anterior, gerando-se graus (índices) de atendimento aos temas, com o propósito de avaliar a gestão do conhecimento deste laboratório. Esses índices medem o quanto o LABHIS atinge percentualmente, o padrão ideal estabelecido, que tem índice igual a 1. As etapas desta aplicação do método são apresentadas a seguir.

- **ETAPA 1: Escolha dos termos linguísticos e funções de pertinência.**

Nesta etapa, para avaliar os graus (índices) de atendimento dos FCS no LABHIS, foram utilizados os termos linguísticos e as funções de pertinências apresentadas na Figura 12 e na Tabela 7, no Capítulo 3.

- **ETAPA 2: Julgamento dos FCS no LABHIS**

Nesta etapa foi utilizado um questionário (Apêndice 3) para registrar às percepções dos servidores do LABHIS sobre as estruturas e condições de trabalho. Essas percepções, traduzidas nos termos linguísticos (métricas subjetivas), foram as avaliações dos FCS, ou

seja, o resultado foi o grau de concordância do comportamento de cada um dos FCS no LABHIS.

O preenchimento do questionário (a avaliação) foi feito por cada servidor acompanhado pela autora desta dissertação, com objetivo de evitar distorções e dúvidas no decorrer desta etapa. Cinco servidores (S₁ a S₅) realizaram a avaliação, porque um servidor se encontrava em licença médica. O resultado desta avaliação é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18- Resultado da avaliação dos FCS pelos servidores do LABHIS.

Fatores Críticos de Sucesso (FCS)	S₁	S₂	S₃	S₄	S₅
Comprometimento da Alta Direção					
1.1 Missão e valores	CT	CT	CT	CT	CT
1.2 Metas e objetivos	CT	CP	CT	CT	CT
1.3 Interação entre pessoas	CT	CT	CT	CT	CT
1.4 Compartilhamento do conhecimento	CT	CT	CT	CT	CT
1.5 Disseminação do conhecimento	CT	CT	CT	CT	CT
1.6 Investimento para disseminação do conhecimento	CT	CT	CT	CT	CT
Cultura organizacional					
2.1 Clima organizacional	CP	CP	CT	CT	CT
2.2 Programa de incentivos	CP	CP	CP	CT	CT
2.3 Reuniões	CP	DP	CP	CT	CT
2.4 Documentação	CP	DP	CP	CT	CT
2.5 Relação de confiança	CT	CT	CT	CT	CT
2.6 Comprometimento	CT	CT	CP	CT	CT
2.7 Aprendizagem	CT	CP	CP	CT	CT
2.8 Ambiente positivo	CT	CT	CP	CT	CT
Estruturas organizacionais					
3.1 Equipes multidisciplinares	CT	CT	CT	CT	CT
3.2 Equipes de projetos / pesquisas	CT	NCND	CT	CT	CT
3.3 Cooperação entre equipes	CT	CT	CP	CT	CT
3.4 Formação de equipe	CT	CP	CT	CT	CT
3.5 Estrutura administrativa	CP	CP	CT	CT	CT
Práticas e políticas de gestão					
4.1 Treinamentos	CP	CP	CT	CP	DP
4.2 Pressão de tempo	CP	CT	CT	NCND	CP
4.3 Esforços adicionais	CT	CT	CT	CT	CT
4.4 Identificação de competências	CT	CT	CT	CT	CT
4.5 Recursos Humanos	CT	CT	CT	CT	CP
4.6 Responsabilidades	CT	CT	CT	CT	CT
Mensuração de resultados					
5.1 Acompanhamento de investimentos	DP	NCND	CT	CT	CT
5.2 Avaliação de desempenho	CT	CT	CT	CT	CT
5.3 Identificação de aderência	CT	CT	CT	CT	CT
Tecnologia da informação					
6.1 Estrutura tecnológica	CT	CT	CT	CT	CT
6.2 Política de acesso as informações	CT	CT	CT	CT	CT
6.3 Capacitação	NCND	DP	CT	CT	CT
6.4 Disponibilidade da tecnologia da informação	CP	CT	CT	CT	CT

6.5 Qualidade dos recursos tecnológicos	CT	CT	CT	CT	CT
6.6 Acesso as informações	CT	CT	CT	CT	CT
Aprendizagem com o ambiente					
7.1 Mudança de contexto	CP	CP	CT	CT	CT
7.2 Conteúdo das documentações	CP	NCND	CP	CT	CT
7.3 Conteúdo das informações	CP	NCND	CT	CT	CT
7.4 Comunicação	CT	CT	CT	CT	CT

- **ETAPA 3: Tratamento dos dados coletados.**

Cada termo linguístico utilizado nesta avaliação foi representado por um número *fuzzy* triangular que foi convertido em um formato numérico, um grau de atendimento, que corresponde ao valor com grau de pertinência igual a 1.

A Tabela 19 apresenta os graus de atendimento dos FCS de acordo com a opinião dos servidores do LABHIS.

Tabela 19- Valores dos graus de atendimento dos FCS de acordo com a opinião dos servidores do LABHIS.

Fatores Críticos de Sucesso (FCS)	S₁	S₂	S₃	S₄	S₅
Comprometimento da Alta Direção					
1.1 Missão e valores	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1.2 Metas e objetivos	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00
1.3 Interação entre pessoas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1.4 Compartilhamento do conhecimento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1.5 Disseminação do conhecimento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1.6 Investimento para disseminação do conhecimento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cultura organizacional					
2.1 Clima organizacional	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
2.2 Programa de incentivos	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00
2.3 Reuniões	0,75	0,25	0,75	1,00	1,00
2.4 Documentação	0,75	0,25	0,75	1,00	1,00
2.5 Relação de confiança	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2.6 Comprometimento	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
2.7 Aprendizagem	1,00	0,75	0,75	1,00	1,00
2.8 Ambiente positivo	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
Estruturas organizacionais					
3.1 Equipes multidisciplinares	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3.2 Equipes de projetos / pesquisas	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00
3.3 Cooperação entre equipes	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
3.4 Formação de equipe	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00
3.5 Estrutura administrativa	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Práticas e políticas de gestão					
4.1 Treinamentos	0,75	0,75	1,00	0,75	0,25
4.2 Pressão de tempo	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75
4.3 Esforços adicionais	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4.4 Identificação de competências	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4.5 Recursos Humanos	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75

4.6 Responsabilidades	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
Mensuração de resultados					
5.1 Acompanhamento de investimentos	0,25	0,50	1,00	1,00	1,00
5.2 Avaliação de desempenho	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5.3 Identificação de aderência	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tecnologia da informação					
6.1 Estrutura tecnológica	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6.2 Política de acesso as informações	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6.3 Capacitação	0,50	0,25	1,00	1,00	1,00
6.4 Disponibilidade da tecnologia da informação	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
6.5 Qualidade dos recursos tecnológicos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6.6 Acesso as informações	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Aprendizagem com o ambiente					
7.1 Mudança de contexto	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
7.2 Conteúdo das documentações	0,75	0,50	0,75	1,00	1,00
7.3 Conteúdo das informações	0,75	0,50	1,00	1,00	1,00
7.4 Comunicação	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

- **ETAPA 4: Defuzzificação.**

Nesta etapa obtém-se um grau de atendimento do LABHIS aos temas do padrão de gestão de conhecimento deste laboratório, que significa um índice de gestão do conhecimento.

Nesta etapa, devido ao fato dos servidores serem treinados para desempenharem as funções e todos possuírem um tempo de experiência no LABIHS superior a 10 anos, considerou-se que todos os servidores têm o mesmo grau de importância. Desta forma, utilizou-se a média *fuzzy* para agregar as opiniões individuais dos servidores.

A média *fuzzy* é um operador de agregação bastante utilizado para agregar opiniões *fuzzy* quando não se considera a importância de cada indivíduo (DELGADO *et al.*, 1993; GRECCO, 2012).

O valor da média *fuzzy* de opiniões individuais, representadas por números *fuzzy* triangulares, (a, b, c) , será também um número *fuzzy* triangular, (a_m, b_m, c_m) , dado por:

$$a_m = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{n}, \quad b_m = \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{n}, \quad c_m = \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{n} \quad (5.1)$$

A Tabela 20 apresenta os valores das médias *fuzzy* dos graus de atendimento dos FCS (valores de *b*) de acordo com a opinião dos servidores do LABHIS.

Considerando os valores apresentados na Tabela 20 e os valores do grau de importância dos FCS (*GIF*) calcularam-se, por meio do método do centro de área (Equação 3.8), os valores dos graus de atendimento do LABHIS aos temas do padrão de gestão do conhecimento deste laboratório. Esses valores são apresentados na Tabela 21.

Tabela 20- Valores das médias fuzzy dos graus de atendimento dos FCS de acordo com a opinião dos servidores do LABHIS.

Fatores Críticos de Sucesso (FCS)	Médias fuzzy
Comprometimento da Alta Direção	
1.1 Missão e valores	1,00
1.2 Metas e objetivos	0,95
1.3 Interação entre pessoas	1,00
1.4 Compartilhamento do conhecimento	1,00
1.5 Disseminação do conhecimento	1,00
1.6 Investimento para disseminação do conhecimento	1,00
Cultura organizacional	
2.1 Clima organizacional	0,90
2.2 Programa de incentivos	0,85
2.3 Reuniões	0,75
2.4 Documentação	0,75
2.5 Relação de confiança	1,00
2.6 Comprometimento	0,95
2.7 Aprendizagem	0,90
2.8 Ambiente positivo	0,95
Estruturas organizacionais	
3.1 Equipes multidisciplinares	1,00
3.2 Equipes de projetos / pesquisas	0,90
3.3 Cooperação entre equipes	0,95
3.4 Formação de equipe	0,95
3.5 Estrutura administrativa	0,90
Práticas e políticas de gestão	
4.1 Treinamentos	0,70
4.2 Pressão de tempo	0,80
4.3 Esforços adicionais	1,00
4.4 Identificação de competências	1,00
4.5 Recursos Humanos	0,95
4.6 Responsabilidades	0,96
Mensuração de resultados	
5.1 Acompanhamento de investimentos	0,75
5.2 Avaliação de desempenho	1,00
5.3 Identificação de aderência	1,00
Tecnologia da informação	
6.1 Estrutura tecnológica	1,00
6.2 Política de acesso as informações	1,00
6.3 Capacitação	0,75
6.4 Disponibilidade da tecnologia da informação	0,95
6.5 Qualidade dos recursos tecnológicos	1,00

6.6 Acesso as informações	1,00
Aprendizagem com o ambiente	
7.1 Mudança de contexto	0,90
7.2 Conteúdo das documentações	0,80
7.3 Conteúdo das informações	0,85
7.4 Comunicação	1,00

Tabela 21- Valores dos graus de atendimento do LABHIS ao padrão de gestão do conhecimento

Temas	Graus de atendimento
Comprometimento da Alta Direção	0,99
Cultura organizacional	0,87
Estruturas organizacionais	0,94
Práticas e políticas de gestão	0,90
Mensuração de resultados	0,93
Tecnologia da informação	0,95
Aprendizagem com o ambiente	0,89

Adicionalmente, consideramos como satisfatórios os graus de atendimento que apresentaram valores maiores que 0,80, que significa um atendimento maior que 80 % aos temas do padrão de gestão do conhecimento do laboratório avaliado. Isto corresponde um corte- α robusto (*strong α -cut*), com $\alpha = 0,8$. Essa consideração é baseada na relação com o conjunto de termos linguísticos e funções de pertinência (Figura 12 e Tabela 7) utilizadas para avaliar os graus de atendimento dos FCS no LABHIS. Entende-se que um valor maior que 0,8 significa uma concordância satisfatória no atendimento dos FCS no laboratório.

A Figura 17 apresenta a representação gráfica dos graus de atendimento do LABHIS ao padrão de gestão do conhecimento.

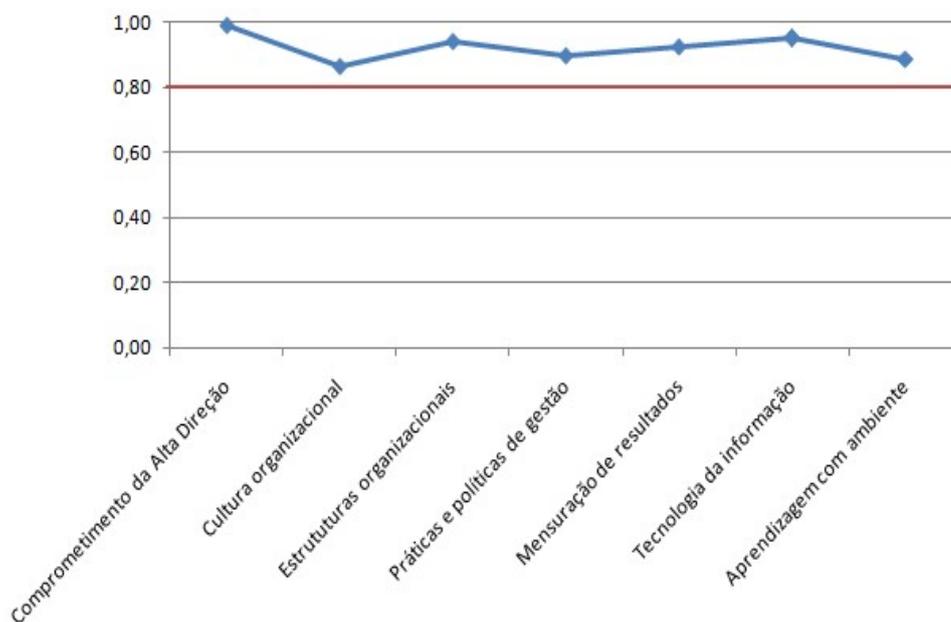


Figura 17- Representação gráfica dos graus de atendimento do LABHIS ao padrão de gestão do conhecimento.

Como apresentados na Tabela 21 e na Figura 17, os graus de atendimento do LABHIS apresentaram valores satisfatórios para todos os temas. Desta forma, pode-se concluir que o LABHIS está dentro do padrão de gestão do conhecimento estabelecido para este laboratório.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este último capítulo apresenta as conclusões e as sugestões para trabalhos futuros. As conclusões, que buscam mostrar as contribuições e a validade desta dissertação, estão desenvolvidas quanto ao atendimento dos objetivos e ao desenvolvimento do trabalho.

6.1 CONCLUSÕES

Para alcançar o objetivo principal desta dissertação foi utilizada a teoria *fuzzy* para estabelecer um método para avaliação da gestão do conhecimento em organizações nucleares, baseado em fatores críticos de sucesso (FCS) definidos de acordo com sete temas (Comprometimento da Alta Direção, Cultura organizacional, Estruturas organizacionais, Práticas e políticas de gestão, Mensuração de resultados, Tecnologia da informação e Aprendizagem com o ambiente).

A abordagem *fuzzy* contribuiu para suprir fraquezas de métodos que utilizam FCS para tentar avaliar a gestão do conhecimento. A principal fraqueza diz respeito à deficiência em lidar com a subjetividade e a consistência dos julgamentos humanos nas avaliações dos FCS. A utilização da lógica *fuzzy* e sua expressão nos conjuntos *fuzzy* permitiu tratar com uma fundamentação matemática sólida, medidas subjetivas obtidas por meio da opinião pessoal dos especialistas e dos servidores que participaram desta pesquisa. Além disso, podemos afirmar que a abordagem *fuzzy* tornou o método prático e objetivo, o que facilitou sua aplicação.

Neste método de avaliação, inicialmente foi elaborada uma estrutura de FCS com enfoque em sete temas para servir de referência para avaliações da gestão do conhecimento nuclear. Desta forma, a principal contribuição desta parte do método é disponibilizar para as organizações que lidam com tecnologia nuclear, uma estrutura abrangente de FCS que abordam os sete temas para avaliação da gestão do conhecimento.

Na segunda etapa do método foi proposto um padrão de gestão do conhecimento para servir de base de referência para avaliações de um local. As seguintes contribuições desta parte do método podem ser destacadas:

- 1) A utilização do grau de importância do especialista na área de interesse por meio de um questionário de coleta de dados. É importante enfatizar que esses graus de importância podem, também, ser utilizados para avaliar e selecionar, antecipadamente o grupo de especialistas que participarão da avaliação dos FCS. Desta forma, o padrão de gestão do conhecimento pode ser refinado em função da seleção dos especialistas.
- 2) A utilização de números *fuzzy* triangulares (funções de pertinência) para representar cada fator dos temas para a gestão do conhecimento.
- 3) A utilização do conceito de similaridade em tomadas de decisão, na contabilização dos julgamentos dos especialistas. Desta forma, o resultado da avaliação tende para o maior grau de consenso e não para uma tendência central. Isso mostra que, quando um especialista divergir totalmente dos demais especialistas, seu estado de concordância em relação aos demais será nulo, com isso seu julgamento será automaticamente ignorado pelo método.

Na aplicação do método no Laboratório de Interfaces Humano-Sistema (LABHIS) foi utilizada uma estrutura com 38 fatores críticos de sucesso (FCS). É interessante evidenciar que na classificação final dos 38 FCS avaliados pelos especialistas, apenas dois (“Pressão de Tempo” do tema “Práticas e políticas de gestão” e “Acompanhamento de investimentos” do tema “Mensuração de resultados”) não foram classificados no intervalo dos termos linguísticos I (importante) e MI (muito importante). Isto mostra a importância e a validade dos FCS utilizados no LABHIS.

Os resultados das avaliações no LABHIS revelaram que método possibilitou a identificação de graus de atendimento para os temas, maiores que o nível de aceitação (0,8) especificado neste trabalho. Isto mostra que o LABIHS tem uma boa gestão do conhecimento. Ficou claro que, por ser um laboratório para realização de pesquisas avançadas em ergonomia e fatores humanos, nos moldes das pesquisas que se realizam nos países desenvolvidos, o LABIHS possui práticas que permitem tanto a preservação e compartilhamento do conhecimento existente para o uso eficiente no desenvolvimento e avaliação de novas tecnologias para salas de controle e interfaces humano-sistema, como para a produção de novos conhecimentos.

Finalmente, a partir dos resultados obtidos pela aplicação do método, torna-se evidente que este método é uma boa ferramenta de avaliação para elaboração de estratégias de gestão do conhecimento nuclear.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, podemos apontar:

1. Aplicação deste método em todos os setores do IEN para avaliar os índices de gestão do conhecimento e, conseqüentemente, alinhar as estratégias de gestão do conhecimento às estratégias e objetivos organizacionais, o que é fundamental para o sucesso das iniciativas nessa área;
2. Utilização deste método em outras organizações nucleares, a fim de testar a sua aplicabilidade;
3. Desenvolvimento de um *software* para automatizar a utilização do método, tornando uma ferramenta inteligente de fácil utilização.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR. *Angra 3 recebe licença plena de construção e intensifica ritmo de obras*. Revista Brasil Nuclear, v.15, n.36, out 2010.
- ANTON, F.; BANDT, G.; BRAUN, M. *Knowledge Management in the Field of Nuclear Energy – How to Bridge the Gap between Retiring Workforce and Next Generations*. In: WM 2017 Conference. Phoenix, Arizona, USA. March 5 – 9, 2017.
- BOH, W. F.; NGUYEN, T. T.; XU, Y. “Knowledge transfer across dissimilar cultures.” *Journal of Knowledge Management*, v. 17, n. 1, pp. 29-46, 2013.
- CARVALHO, P. V. R.; OBADIA, I. J.; VIDAL, M. C. R. *Projeto e Implementação do Laboratório de Interfaces Homem/Sistema do Instituto de Engenharia Nuclear*. In: International Nuclear Atlantic Conference – INAC 2002, Santos, SP, 2002.
- CHUNG, H. F. L.; YANG, Z.; HUANG, P. H. “How does organizational learning matter in strategic business performance? The contingency role of guanxi networking.” *Journal of Business Research*, v. 68, n. 6, pp. 1216-1224, 2015.
- COSENZA, C. A. N. *An Industrial Location Model*. Working Paper. Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge: Cambridge University: 1981.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. *Conhecimento empresarial: Como as organizações gerenciam o seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus, 256 p., 2003.
- DELGADO, M.; VERDEGAY, J. L.; VILA, M. A. “On aggregation operations of linguistic labels”. *International Journal of Intelligent Systems*, v. 8, pp. 351-370, 1993.
- DIJK, A.; HENDRIKS, P.; ROMO-LEROUX, I. “Knowledge sharing and social capital in globally distributed execution.” *Journal of Knowledge Management*, v. 20, n. 2, 327-342, 2016.
- ETTAHIRI, F. E.; ELMAALLAM, M. *The impact of fuzzy logic on knowledge Management in the context of Supply Chain: a state of art*. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Networking, Information Systems & Security. Article 61. Pp. 1–6, Marrocos: 2019.
- FIGUEIREDO, S. *Gestão do Conhecimento - Estratégia Competitiva para a Criação e Mobilização do Conhecimento na Empresa*. São Paulo: Quality Mark, 2005.
- GRECCO, C. H. S.; SANTOS, I. J. A. L.; CARVALHO, P. V. R.; OLIVEIRA, M. V.; MOL, A. C. A. *Human factors questionnaire as a tool for risk assessment*. In: International Nuclear Atlantic Conference – INAC 2009, Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- GRECCO, C. H. S. *Avaliação da Resiliência em organizações que lidam com tecnologias perigosas: o caso da expedição de radiofarmacos*. Tese de Doutorado – Programa de

Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2012.

- GRECCO, C. H. S.; VIDAL, M. C. R.; COSENZA, C. A. N.; SANTOS, I. J. A. L.; CARVALHO, P. V. R. "Safety culture assessment: A fuzzy model for improving safety performance in a radioactive installation." *Progress in Nuclear Energy (New Series)*, v. 70, pp. 71-83, 2014.
- HSU, H. M.; CHEN, C. T. "Aggregation of fuzzy opinions under group decision making" *Fuzzy Sets and Systems*, v. 79, pp. 279-285, 1996.
- IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. In: Proceedings of Workshop on managing nuclear knowledge, 22-26, Trieste. Viena: 2006a.
- IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. *Risk management of knowledge loss in nuclear industry organizations*. Viena: 2006b.
- IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Nuclear Energy Series n° NG-T-6.11. *Knowledge Loss Risk Management in Nuclear Organizations*. Viena: 2007.
- KALE, S; KARAMAN, E. A. *A fuzzy logic model for benchmarking the knowledge management performance of construction firms*. Canadian Journal of Civil Engineering. V. 38, n. 4, 2011.
- KIM, J. A. *Measuring the Impact of Knowledge Management*. IFLA Journal, v. 32, n.4, p. 362–367, 2006.
- KHOSHSIMA G.; LUCAS C.; MOHAGHAR, A. *Assessing Knowledge Management with Fuzzy Logic*. In: Karagiannis, D., Reimer, U. (eds). Practical Aspects of Knowledge Management. PAKM 2004. Lecture Notes in Computer Science, vol 3336. Springer: Berlin, Heidelberg. 2004.
- KOSKO, B. *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992.
- LEE, C. S; WONG, K. *Evaluating knowledge management processes: A fuzzy logic approach*. In: Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists (IMECS 2016). Hong Kong: 2016.
- LEE, C. S.; WONG, K. *A Fuzzy Logic-Based Knowledge Management Performance Measurement System for SMEs*. *Cybernetics and Systems*, 48:4, pp. 277-302, 2017.
- LEE, H. M. "Group decision making using fuzzy theory for evaluating the rate of aggregative risk in software development". *Fuzzy Sets and Systems*, v. 80, pp. 261-271, 1996.

- LEHYANI, F., ZOUARI, A. *Evaluating and Measuring Knowledge Management's Impact on Supply Chain Performance Using HOQ*. In: HAL Id: hal-01893159. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01893159>, 2018.
- LIANG, G. S; WANG, M. J. "A fuzzy multi-criteria decision-making method for facility site selection." *Int. J. Prod. Res.*, v. 29, n. 11, pp. 2313-2330, 1991.
- LIMA, N. A. *Gestão do Conhecimento no Setor Público: Identificando Práticas e Desafios no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear*. Dissertação de Mestrado Profissional em Administração - Fundação Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, Minas Gerais, 2012.
- MARGILAJ, E.; BELLO, K. Critical success factors of knowledge management in Albania business organizations. *European Journal of Research and Reflection in Management Sciences*, v. 3, n. 2, p. 45-51, 2015.
- MORÉ, J. D. *Aplicação da lógica fuzzy na avaliação da confiabilidade humana nos ensaios não destrutivos por ultra-som*. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2004.
- NEA – NUCLEAR ENERGY AGENCY. *Nuclear education and training: cause for concern? a summary report*. Paris: 2000.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *Gestão do Conhecimento*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- PINTO, P. J. F. *Modelo fuzzy para priorização de variáveis qualitativas de desempenho: uma abordagem em construção naval*. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2019.
- PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K. *Gestão do Conhecimento: os elementos construtivos do sucesso*. Porto Alegre: Bookman, 286p, 2002
- RESATSCH, F.; FAISST, U. *Measuring the Performance of Knowledge Management Initiatives*. Competence Center IT & Financial Services, University of Augsburg. Acesso em: 10 de outubro 2020.
- ROSS, T. J. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. Second Edition. England: John Wiley & Sons Ltd, 2004.
- SANTOS, I. J. A. L.; GRECCO, C. H. S.; MOL, A. C. A.; CARVALHO, P. V. R. "The use of questionnaire and virtual reality in the verification of the human factors issues in the design of nuclear control desk". *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 39, pp. 159-166, 2009.

- SVEIBY, K. E. *A nova riqueza das organizações: gerenciando e avaliando patrimônios do conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- TANAKA, K. *An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications*. New York: Springer-Verlag New York Inc., 1997.
- TARAPANOFF, K. *Informação, conhecimento e inteligência em corporações: relações e complementaridade*. In: TARAPANOFF, Kira (Org.) *Inteligência, informação e conhecimento*. Brasília: IBICT, p.19-36, 2006.
- TERRA, J A. *Gestão do Conhecimento, O Grande Desafio Empresarial*. 5. ed. Rio de Janeiro: Negócio, 2005
- VIANA, J.; GRECCO, C. H. S. ; CARVALHO, P. V. R. ; COSENZA, C. A. N. . *Gestão do conhecimento nuclear: uma proposta de fatores críticos de sucesso*. SODEBRÁS, v. 15, p. 41-45, 2020a
- VIANA, J.; GRECCO, C. H. S. ; CARVALHO, P. V. R. ; COSENZA, C. A. N.; CONDE, E. *Critical Success Factors for Implementing of Knowledge Management in Nuclear Organizations: A Fuzzy Approach*. In: International Youth Nuclear Congress (IYNC), Sidney, 2020b
- VIANA, J.; GRECCO, C. H. S. ; CARVALHO, P. V. R. ; COSENZA, C. A. N. *A Fuzzy Decision Making Method for Preventing the Loss of Knowledge in Nuclear Organizations*. In: Arezes P., Boring R. (eds) *Advances in Safety Management and Human Performance*. (Org.). *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 1ed.: Springer International Publishing, v. 1204, p. 160-167, 2020c
- WANG, J., PETERS, H.P.; GUAN, J. “Factors influencing knowledge productivity in German research groups: lessons for developing countries.” *Journal of Knowledge Management*, v. 10, n. 4, pp. 113-126, 2006.
- YAGER, R. R. “Simultaneous solution of fuzzy models: an application to economic equilibrium analysis”. *Fuzzy Sets and Systems*, v. 115, pp. 339 – 349, 2000.
- ZADEH, L. A. “Fuzzy Sets”. *Information Control*, v. 8, pp. 338-353, 1965.
- ZADEH, L. A. “A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages”. *Computer Mathematics with Applications*, v. 9, pp.149-184, 1983.
- ZIMMERMANN, H. J. *Fuzzy set theory and its applications*. 3ª ed., USA: Kluwer Academic Publishers, 1996.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Questionário para coleta de dados do especialista.

Avaliador:

1) Marque seu cargo/classe.

- Tecnologista/Pesquisador/Analista Sênior 1,0
- Tecnologista/Pesquisador/Analista Pleno 0,9
- Tecnologista/Pesquisador/Analista Júnior 0,8

2) Marque a melhor opção do seu grau de escolaridade.

- Doutorado 1,0
- Mestrado 0,8
- Pós-Graduação Lato Sensu 0,6
- Cursos de extensão 0,4

3) Quantidade de artigos internacionais, capítulos livros ou livros publicados.

- nenhum 0
- até 3 0,5
- de 4 a 10 0,8
- maior que 10 1,0

4) Quantidade de artigos nacionais publicados.

- nenhum 0
- até 3 0,5
- de 4 a 10 0,8
- maior que 10 1,0

5) Quantidade de participações em eventos ou congressos.

- nenhuma 0
- até 3 0,5
- de 4 a 10 0,8
- maior que 10 1,0

6) Quantidade de participações na elaboração de normas, procedimentos ou ferramentas relacionadas à divulgação científica ou gestão do conhecimento.

- nenhuma 0
- até 3 0,5
- de 4 a 10 0,8
- maior que 10 1,0

7) Quantos anos de experiência relacionados à pesquisa ou divulgação científica?

- até 5 0,2
- de 6 a 12 0,5
- de 13 a 20 0,8
- mais de 20 1,0

8) Como você classificaria seu entendimento relacionado à divulgação científica ou gestão do conhecimento?

- excelente 1,0
- bom 0,8
- médio 0,5
- baixo 0,3
- nenhum 0

9) Tem atuado como docente em alguma instituição de ensino?

- sim 1,0
- no passado 0,5
- nunca 0

10) Quantidade de orientações de TCC's, dissertações e teses de alunos.

- nenhum 0
- até 5 0,3
- de 6 a 10 0,5
- de 11 a 15 0,8
- mais de 15 1,0

APÊNDICE 2

Questionário para determinação do grau de importância dos fatores críticos de sucesso para avaliação da gestão do conhecimento do Laboratório de Interfaces Humano-Sistema (LABIHS).

O seguinte questionário faz parte de uma pesquisa e tem por objetivo determinar o grau de importância de fatores críticos de sucesso para a avaliação da gestão do conhecimento nuclear, relacionados aos temas: Comprometimento da Alta Direção, Cultura Organizacional, Estruturas Organizacionais, Práticas e Políticas de Gestão de Pessoas, Mensuração de Resultados, Tecnologia da Informação e Aprendizagem com o Ambiente. Estes fatores servirão para avaliar a gestão do conhecimento do **Laboratório de Interfaces Humano-Sistema (LABIHS)** do Serviço de Engenharia de Sistemas Complexos (SEESC).

A qualidade da pesquisa depende do nível de transparência das opiniões que serão fornecidas pelos especialistas. Será utilizada a lógica *fuzzy* para agregar estas opiniões e elaborar uma matriz de hierarquização de fatores críticos de sucesso.

Atribua as importâncias aos fatores críticos de sucesso segundo a escala apresentada na tabela abaixo.

Importância	Explicação
NI	O fator apresentado não é importante.
PI	O fator apresentado é pouco importante.
I	O fator apresentado é importante.
MI	O fator apresentado é muito importante.

Avaliador:

Cargo/Função:

Lotação:

1. Comprometimento da Alta Direção: Necessário para mobilizar os demais níveis hierárquicos, por meio do suporte ao compartilhamento do conhecimento e da criação de condições internas para sua disseminação.	
Fatores Críticos de Sucesso	Importância
1.1 Missão e valores: Avalia se existe uma definição clara da missão e valores da instituição.	
1.2 Metas e objetivos: Avalia se as metas e os objetivos da instituição estão claramente definidos.	
1.3 Interação entre pessoas: Avalia se existe liberdade de interação entre as pessoas e os grupos de trabalho.	
1.4 Compartilhamento do conhecimento: Avalia se as chefias fornecem suporte ao compartilhamento do conhecimento entre o grupo.	
1.5 Disseminação do conhecimento: Avalia se as chefias motivam e criam condições internas para a disseminação do conhecimento.	
1.6 Investimentos para disseminação do conhecimento: Avalia se existem investimentos voltados para a disseminação do conhecimento no setor de trabalho.	
2. Cultura Organizacional: Se relaciona ao ambiente interno da organização. Este fator envolve ter uma cultura interna alinhada ao processo de aprendizagem, programas de incentivos e outras orientações para o compartilhamento do conhecimento.	
Fatores Críticos de Sucesso	Importância
2.1 Clima organizacional: Avalia se existe um ambiente positivo, de incentivo ao compartilhamento do conhecimento.	
2.2 Programa de incentivos: Avalia se existe um incentivo (reconhecimento) pelas ideias utilizadas pela instituição.	
2.3 Reuniões: Avalia se as pessoas fazem reuniões para disseminar práticas de sucesso.	
2.4 Documentação: Avalia se existe uma prática de elaboração e disseminação de documentos de trabalho/projeto/pesquisa relatando aspectos positivos e negativos.	
2.5 Relação de confiança: Avalia se existe uma relação de confiança entre as pessoas.	
2.6 Comprometimento: Avalia se os trabalhadores são comprometidos com a instituição.	
2.7 Aprendizagem: Avalia se a instituição tem uma cultura interna alinhada ao processo de aprendizagem, ou seja, existe um ambiente de aprendizagem na instituição.	
2.8 Ambiente positivo: Avalia se existe um ambiente positivo de comunicação, cooperação e negociação.	
3. Estruturas Organizacionais: É o fator crítico de sucesso que se constitui em um processo contínuo de adequação ao contexto do mercado. Neste fator são considerados, por exemplo, os seguintes aspectos: as mudanças internas, cooperação entre equipes distribuídas fisicamente e a delegação de poder na motivação do aprendizado.	
Fatores Críticos de Sucesso	Importância
3.1 Equipes multidisciplinares: Avalia se as equipes são multidisciplinares e possuem autonomia e alçada decisória	
3.2 Equipes de projeto/pesquisa: Avalia se as equipes são organizadas por projetos/pesquisa (processos).	

3.3 Cooperação entre equipes: Avalia se existe uma cooperação entre equipes distribuídas fisicamente.	
3.4 Formação de equipes: Avalia se existe liberdade na formação das equipes.	
3.5 Estrutura administrativa: Avalia se existe uma equipe específica responsável pela gestão do conhecimento.	
4. Práticas e Políticas de Gestão de Pessoas: São definidas como fator crítico de sucesso direcionado ao aumento do capital intelectual da organização. Em relação a este fator, os autores mencionam: identificação de competências internas e externas, seleção de novos funcionários com capacidade cognitiva, programa de treinamento e qualificação, incentivo ao compartilhamento e objetivos da empresa.	
Fatores Críticos de Sucesso	Importância
4.1 Treinamentos: Avalia se treinamentos adequados às atividades são oferecidos frequentemente e incentivados pelas chefias.	
4.2 Pressão de tempo: Avalia se não existe pressão por tempo e metas excessivas, que são barreiras ao conhecimento.	
4.3 Esforços adicionais: Avalia se os esforços adicionais relacionados ao conhecimento e desempenho são reconhecidos pela chefia.	
4.4 Identificação de competências: Avalia se existe um procedimento adequado de identificação de competências e seleção de pessoas para trabalhar no local.	
4.5 Recursos humanos: Avalia se a capacidade de trabalhadores no setor é suficiente para garantir o compartilhamento das informações.	
4.6 Responsabilidades: Avalia se as responsabilidades atribuídas às pessoas são acompanhadas de critérios de valorização.	
5. Mensuração de Resultados: Tem a finalidade de avaliar os investimentos em gestão do conhecimento, bem como identificar a aderência da gestão do conhecimento aos objetivos de negócio.	
Fatores Críticos de Sucesso	Importância
5.1 Acompanhamento de investimentos: Avalia se existe um acompanhamento dos resultados (retornos) dos investimentos em treinamentos.	
5.2 Avaliação de desempenho: Avalia se existe uma avaliação dos resultados (desempenho) das atividades dos funcionários.	
5.3 Identificação de aderência: Avalia se as atividades desenvolvidas pelas pessoas são avaliadas quanto ao alinhamento aos objetivos da instituição.	
6. Tecnologia da informação: Compõe outro fator crítico de sucesso. O fator não é apenas representado pela estrutura tecnológica, mas também pelos softwares e bancos de dados que registram e permitem a disseminação de informações e conhecimentos em todos os setores da organização.	
Fatores Críticos de Sucesso	Importância
6.1 Estrutura tecnológica: Avalia se existe uma estrutura tecnológica para o armazenamento e compartilhamento do conhecimento.	
6.2 Política de acesso as informações: Avalia se existe um portal (intranet) de disseminação e busca de conhecimento.	
6.3 Capacitação: Avalia se as pessoas são capacitadas para utilização dos recursos tecnológicos de informação.	
6.5 Qualidade dos recursos tecnológicos: Avalia se os recursos tecnológicos de informação são eficientes para armazenamento e divulgação de informações.	

6.6 Acesso as informações: Avalia se as informações são centralizadas em um sistema (portal) de fácil acesso e localização	
7. Aprendizagem com o Ambiente: Este fator está relacionado a instabilidade do ambiente e a necessidade de aprender com as mudanças do contexto. Uma organização com boa cultura de aprendizagem identifica as melhores maneiras de conduzir seus negócios sem depender de informações reativas.	
Fatores Críticos de Sucesso	Importância
7.1 Mudanças de contexto: Avalia se as pessoas são incentivadas ao aprendizado, participação e aceitação de novas práticas e tecnologias inovadoras.	
7.2 Conteúdo das documentações: Avalia se os procedimentos, instruções ou documentações são atualizados e de fácil compreensão.	
7.3 Conteúdo das informações: Avalia se as informações trocadas durante os processos de comunicação são suficientes.	
7.4 Comunicação: Avalia se os mecanismos de comunicação são eficientes para divulgação de informações sobre atividades de trabalho (conhecimento).	

APÊNDICE 3

Questionário para avaliação da gestão do conhecimento do Laboratório de Interfaces Humano-Sistemas (LABHIS).

O seguinte questionário faz parte de uma pesquisa e tem por objetivo determinar o nível de iniciativa de gestão do conhecimento no LABHIS, por meio de fatores críticos de sucesso. Este questionário é de cunho puramente científico. A qualidade da pesquisa depende do nível de transparência das opiniões fornecidas. Será utilizada a matemática *fuzzy* para agregar estas opiniões e desta forma fornecer um indicativo da gestão do conhecimento do laboratório.

As perguntas estão relacionadas à percepção das estruturas e das condições de trabalho, assim como das políticas e da tecnologia de informação. Gostaríamos de saber o quanto você concorda ou discorda de cada uma delas. Utilize os termos abaixo.

DT	Discordo totalmente
DP	Discordo parcialmente
NCND	Não concordo, nem discordo
CP	Concordo parcialmente
CT	Concordo totalmente

Avaliador:

Cargo/Função:

Setor:

1. Comprometimento da Alta Direção: Necessário para mobilizar os demais níveis hierárquicos, por meio do suporte ao compartilhamento do conhecimento e da criação de condições internas para sua disseminação.	
Fatores Críticos de Sucesso	Concordância
1.1 Existe uma definição clara da missão e valores da instituição.	
1.2 As metas e os objetivos da instituição estão claramente definidos.	
1.3 Existe liberdade de interação entre as pessoas e os grupos de trabalho.	
1.4 As chefias fornecem suporte ao compartilhamento do conhecimento entre o grupo.	
1.5 As chefias motivam e criam condições internas para a disseminação do conhecimento.	
1.6 Existem investimentos voltados para a disseminação do conhecimento no setor de trabalho.	
2. Cultura Organizacional: Se relaciona ao ambiente interno da organização. Este fator envolve ter uma cultura interna alinhada ao processo de aprendizagem, programas de incentivos e outras orientações para o compartilhamento do conhecimento.	
Fatores Críticos de Sucesso	Concordância
2.1 Existe um ambiente positivo, de incentivo ao compartilhamento do conhecimento.	
2.2 Existe um incentivo (reconhecimento) pelas idéias utilizadas pela instituição.	
2.3 As pessoas fazem reuniões para disseminar práticas de sucesso.	
2.4 Existe uma prática de elaboração e disseminação de documentos de trabalho/projeto/pesquisa relatando aspectos positivos e negativos.	
2.5 Existe uma relação de confiança entre as pessoas.	
2.6 Os trabalhadores são comprometidos com a instituição.	
2.7 A instituição tem uma cultura interna alinhada ao processo de aprendizagem, ou seja, existe um ambiente de aprendizagem na instituição.	
2.8 Existe um ambiente positivo de comunicação, cooperação e negociação.	
3. Estruturas Organizacionais: É o fator crítico de sucesso que se constitui em um processo contínuo de adequação ao contexto do mercado. Neste fator são considerados, por exemplo, os seguintes aspectos: as mudanças internas, cooperação entre equipes distribuídas fisicamente e a delegação de poder na motivação do aprendizado.	
Fatores Críticos de Sucesso	Concordância
3.1 As equipes são multidisciplinares e possuem autonomia e alçada decisória.	
3.2 As equipes são organizadas por projetos/pesquisa (processos).	
3.3 Existe uma cooperação entre equipes distribuídas fisicamente.	
3.4 Existe liberdade na formação das equipes.	
3.5 Existe uma equipe específica responsável pela gestão do conhecimento.	
4. Práticas e Políticas de Gestão de Pessoas: São definidas como fator crítico de sucesso direcionado ao aumento do capital intelectual da organização. Em relação a este fator, os autores mencionam: identificação de competências internas e externas, seleção de novos funcionários com capacidade cognitiva, programa de treinamento e qualificação, incentivo ao compartilhamento e objetivos da empresa.	
Fatores Críticos de Sucesso	Concordância
4.1 Treinamentos adequados às atividades são oferecidos frequentemente e incentivados pelas chefias.	

4.2 Não existe pressão por tempo e metas excessivas, que são barreiras ao conhecimento.	
4.3 Os esforços adicionais relacionados ao conhecimento e desempenho são reconhecidos pela chefia.	
4.4 Existe um procedimento adequado de identificação de competências e seleção de pessoas para trabalhar no local.	
4.5 A capacidade de trabalhadores no setor é suficiente para garantir o compartilhamento das informações.	
4.6 As responsabilidades atribuídas às pessoas são acompanhadas de critérios de valorização.	
5. Mensuração de Resultados: Tem a finalidade de avaliar os investimentos em gestão do conhecimento, bem como identificar a aderência da gestão do conhecimento aos objetivos de negócio.	
Fatores Críticos de Sucesso	Concordância
5.1 Existe um acompanhamento dos resultados (retornos) dos investimentos em treinamentos.	
5.2 Existe uma avaliação dos resultados (desempenho) das atividades dos funcionários.	
5.3 As atividades desenvolvidas pelas pessoas são avaliadas quanto ao alinhamento aos objetivos da instituição.	
6. Tecnologia da informação: Compõe outro fator crítico de sucesso. O fator não é apenas representado pela estrutura tecnológica, mas também pelos softwares e bancos de dados que registram e permitem a disseminação de informações e conhecimentos em todos os setores da organização.	
Fatores Críticos de Sucesso	Concordância
6.1 Existe uma estrutura tecnológica para o armazenamento e compartilhamento do conhecimento.	
6.2 Existe um portal (intranet) de disseminação e busca de conhecimento.	
6.3 As pessoas são capacitadas para utilização dos recursos tecnológicos de informação.	
6.4 Os recursos tecnológicos de informação estão disponíveis as pessoas quando necessários.	
6.5 Os recursos tecnológicos de informação são eficientes para armazenamento e divulgação de informações.	
6.6 As informações são centralizadas em um sistema (portal) de fácil acesso e localização	
7. Aprendizagem com o Ambiente: Este fator está relacionado a instabilidade do ambiente e a necessidade de aprender com as mudanças do contexto. Uma organização com boa cultura de aprendizagem identifica as melhores maneiras de conduzir seus negócios sem depender de informações reativas.	
Fatores Críticos de Sucesso	Concordância
7.1 As pessoas são incentivadas ao aprendizado, participação e aceitação de novas práticas e tecnologias inovadoras.	
7.2 Os procedimentos, instruções ou documentações são atualizados e de fácil compreensão.	
7.3 As informações trocadas durante os processos de comunicação são suficientes.	
7.4 Os mecanismos de comunicação são eficientes para divulgação de informações sobre atividades de trabalho (conhecimento).	