



UMA PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INDICADORES PARA AVALIAR A EFETIVIDADE DA GESTÃO DE UM ÓRGÃO REGULADOR NUCLEAR

José Antonio Barretto de Carvalho

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Nuclear, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia Nuclear.

Orientadores: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e
Mello

Celso Marcelo Franklin Lapa

Rio de Janeiro
Setembro de 2022

UMA PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INDICADORES PARA AVALIAR A
EFETIVIDADE DA GESTÃO DE UM ÓRGÃO REGULADOR NUCLEAR

José Antonio Barretto de Carvalho

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA
DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA
NUCLEAR.

Orientadores: Prof. Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo, D.Sc

Prof. Celso Marcelo Franklin Lapa, D.Sc

Aprovada por: Prof. Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo, D.Sc - PEN/COPPE/UFRJ

Prof. Celso Marcelo Franklin Lapa, D.Sc - PEN/COPPE/UFRJ

Prof. Antonio Carlos Marques Alvim, Ph.D - PEN/COPPE/UFRJ

Prof. Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho, Ph.D - AgNSNQ

Dra. Camila Salata, D.Sc - CNEN

Prof. Pauli Adriano de Almada Garcia, D.Sc - UFF

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

Setembro de 2022

Carvalho, José Antonio Barretto de

Uma Proposta de um Sistema de Indicadores para Avaliar a Efetividade da Gestão de um Órgão Regulador Nuclear/ José Antonio Barretto de Carvalho. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2022.

XIII, 119 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo
Celso Marcelo Franklin Lapa

Tese (doutorado) - UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Nuclear, 2022.

Referências Bibliográficas: p. 86-92.

1. Efetividade Reguladora. 2. Indicadores de desempenho. 3. Segurança Nuclear. 4. Indicadores Transversais. 5. Penalidade de indicadores. I. Frutuoso e Melo, Paulo Fernando Ferreira et al. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Nuclear. III. Título.

“O conhecimento é limitado

A informação, incompleta

Os recursos, restritos

A ética, indispensável

As decisões, inevitáveis

Os resultados essenciais”

(Adaptado de H. S. Frazier, apud H.A.L.Rocha e E.R.Carvalho – Conceitos Básicos de Epidemiologia e Bioestatística-UFC)

*Portanto, já que não abrimos
mão da ética, tratemos de:*

Aumentar o conhecimento

Melhorar a informação

Otimizar os recursos

*Para buscar a melhor decisão
para o alcance dos resultados*

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Geraldo (in memoriam) e Helena, que me ensinaram o valor do conhecimento.

À minha filha Renata, razão e sentimentos maiores da minha vida.

À minha esposa Suzi, por me encorajar e sempre acreditar no meu sucesso.

Às minhas irmãs Vivi, Cris e Heli, por tudo que elas representam.

À minha enteada Tati, que durante o período do curso de doutorado, nos presenteou com o Joaquim, que enche a família de amor e alegria.

Aos meus genros João e Rapha, que chegaram mais recentemente, mas já conquistaram nossos corações.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por este trabalho, por tudo o que tenho e por tudo o que sou.

À Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), pelas oportunidades e incentivos para o aprimoramento profissional. Em particular agradeço aos colegas da Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear pelas inúmeras trocas de experiências, que tanto contribuíram para meu desenvolvimento na área reguladora.

Ao meu orientador Professor Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo, pelos ensinamentos e acompanhamento desde o Mestrado, e pela disponibilidade e orientações ao longo de todo o trabalho.

Ao meu orientador Prof. Celso Marcelo Franklin Lapa, por sua disponibilidade e por seu auxílio na conclusão do trabalho.

Aos dois orientadores agradeço o respeito e a consideração, sempre presentes nas nossas interações.

À Dra. Camila Salata e aos Professores Antonio Carlos Alvim, Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho e Pauli Adriano de Almada Garcia, por me honrarem com suas participações na Banca Examinadora.

Aos especialistas da CNEN, na ativa ou aposentados, que participaram do processo de elicitação, por compartilharem seus conhecimentos e pelo tempo dedicado.

Aos funcionários do Programa de Energia Nuclear da COPPE, sempre tão solícitos e profissionais, assim como aos professores e colegas de curso, que colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Resumo da Tese apresentada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

UMA PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INDICADORES PARA AVALIAR A EFETIVIDADE DA GESTÃO DE UM ÓRGÃO REGULADOR NUCLEAR

José Antonio Barretto de Carvalho

Setembro/2022

Orientadores: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Celso Marcelo Franklin Lapa

Programa: Engenharia Nuclear

Embora a responsabilidade principal pela segurança seja atribuída ao operador de uma instalação nuclear, o órgão regulador deve garantir que o nível de segurança seja adequado. Cabe ao regulador nuclear, por meio do desempenho de funções técnicas e administrativas, estabelecer os requisitos de segurança, monitorar e avaliar o atendimento aos mesmos e, se necessário, tomar as medidas cabíveis para que ações corretivas sejam implantadas. Isso é feito por meio da implantação de funções reguladoras principais e de apoio; portanto, é importante monitorá-las e avaliá-las, pois seus desempenhos podem afetar a segurança nuclear.

Esta tese apresenta uma proposta de um conjunto de indicadores para monitorar e avaliar a efetividade da gestão das funções reguladoras principais (indicadores estratégicos), que irão compor um Índice de Efetividade da Gestão Reguladora (IGR). As funções de apoio, que podem ter impacto direto nas funções principais, também foram objeto de monitoramento por indicadores (indicadores transversais), mas que não foram considerados como mais um indicador a ser agregado. O trabalho introduz o uso de um fator de penalidade, no qual o desempenho de um indicador transversal abaixo de uma faixa aceitável é utilizado para penalizar o indicador estratégico associado.

O uso de indicadores dá à alta gerência, uma visão ampla e ágil sobre o desempenho da organização e suas tendências, informações essenciais a um processo de melhoria contínua e na tomada de decisão.

Foi utilizada a elicitação de especialistas para a escolha dos indicadores, a ponderação da importância relativa entre estes e o estabelecimento de critérios de desempenho. A metodologia aplicada pode ser adaptada para utilização em outros órgãos reguladores.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

A PROPOSAL FOR A SET OF INDICATORS TO ASSESS THE EFFECTIVENESS
OF THE MANAGEMENT OF A NUCLEAR REGULATORY BODY

José Antonio Barretto de Carvalho

September/2022

Advisors: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Celso Marcelo Franklin Lapa

Department: Nuclear Engineering

While primary responsibility for safety is assigned to the operator of a nuclear facility, the regulatory body must ensure that the level of safety is adequate. It is the regulators' role, through the performance of technical and administrative functions, to develop safety requirements, monitor compliance with them and, if necessary, adopt appropriate measures so that corrective actions are taken. This is done through the implementation of core and support regulatory functions; therefore, it is important to monitor and evaluate them, as their performance can affect nuclear safety.

This paper presents a proposal for a set of indicators to monitor and assess the effectiveness of the management of the main regulatory functions (strategic indicators), which will compose a Regulatory Management Effectiveness Index. Supporting functions, which can have direct impact on the main functions, were also considered to be monitored by indicators (cross-cutting indicators), but unlike traditional indicator systems, they were not considered just as another indicator to be aggregated. The dissertation introduces the use of a penalty factor, in which the performance of a cross-cutting indicator below an acceptable range is used to penalize the associated strategic indicator.

The use of indicators gives to top management a broad and agile view of the organization's performance and trends, essential information for a process of continuous improvement and decision-making.

Expert elicitation was used to choose the indicators, weigh the relative importance between them and establish performance criteria. The method can be adapted for use in other regulatory areas.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO	1
1.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	1
1.3 OBJETIVO	3
1.4 ESCOPO DA PESQUISA	3
1.5 ORIGINALIDADE	3
1.6 RELEVÂNCIA	4
1.7 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 AS FORMAS DE AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DA GESTÃO REGULADORA	6
2.2 INDICADORES DE DESEMPENHO NOS REGULADORES NUCLEARES INTERNACIONAIS	9
2.3 O USO DE ELICITAÇÃO POR ESPECIALISTAS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 O ÓRGÃO REGULADOR NUCLEAR E A SEGURANÇA	20
3.2 INDICADORES DE DESEMPENHO	30
3.3 ELICITAÇÃO DE ESPECIALISTAS	36

4 METODOLOGIA	52
4.1 CRITÉRIO PARA A ESCOLHA DE POTENCIAIS ESPECIALISTAS	54
4.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E CONVITE AOS ESPECIALISTAS PARA PARTICIPAR DO PROCESSO DE ELICITAÇÃO	54
4.3 MATERIAL INFORMATIVO PARA OS ESPECIALISTAS	55
4.4 O DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE ELICITAÇÃO	55
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
5.1 INDICADORES ELICITADOS	77
5.2 PESOS RELATIVOS ENTRE OS INDICADORES	80
5.3 FATORES DE PENALIZAÇÃO MÁXIMOS	80
5.4 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	80
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS DO PROCESSO DE ELICITAÇÃO	93
APÊNDICE B - RESULTADOS DAS ELICITAÇÕES DOS ESPECIALISTAS	108
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Agregação dos indicadores	35
Figura 3.2	Tipos de Elicitação de Especialistas	39
Figura 3.3	Fluxograma do Método Delphi	41
Figura 3.4	Fluxograma do Método SHELF	45
Figura 3.5	Exemplo de matriz de julgamento por comparação em pares	47
Figura 4.1	Estrutura dos Indicadores da Efetividade da Gestão Reguladora	53
Figura 4.2	Fluxograma para o desenvolvimento dos indicadores da efetividade reguladora	53
Figura 4.3	Critérios de Desempenho e Cálculo do Fator de Penalidade	74
Figura 5.1	Pesos Relativos e Critérios de Desempenho para Indicadores Composto (IGR), Estratégicos e Específicos	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Indicadores de desempenho de reguladores nucleares estrangeiros	13
Tabela 3.1	Escala fundamental de Saaty	46
Tabela 3.2	Matriz comparativa (AHP)	47
Tabela 3.3	Matriz normalizada (AHP)	48
Tabela 3.4	Cálculo do autovetor	48
Tabela 3.5	Cálculo do autovetor principal (λ_{max})	49
Tabela 3.6	Valores de RI em função da dimensão da matriz	49
Tabela 3.7	Principais características dos métodos de elicitação	51
Tabela 4.1	Áreas transversais e seus respectivos indicadores	70
Tabela 4.2	Escala de faixas de desempenho dos indicadores da efetividade reguladora	72
Tabela 5.1	Indicadores Estratégicos, Específicos e Transversais	79
Tabela 5.2	Fator de Penalidade Máximo (P_{max}) e Critérios de Desempenho para os Indicadores Transversais	81
Tabela B.1.1	Valores de adequação dos Indicadores das Funções F1 e F2	108
Tabela B.1.2	Valores de adequação dos Indicadores das Funções F3 a F5	109
Tabela B.1.3	Valores de adequação dos Indicadores das Funções F6 e F7	109
Tabela B.1.4	Valores de adequação dos Indicadores Transversais	110
Tabela B.2	Pesos Relativos entre os Indicadores	111
Tabela B.3.1	Critérios de Desempenho dos Indicadores das Funções F1 e F2	112
Tabela B.3.2	Critérios de Desempenho dos Indicadores das Funções F3 a F5	113
Tabela B.3.3	Critérios de Desempenho dos Indicadores das Funções F6 e F7	114
Tabela B.3.4	Critérios de Desempenho dos Indicadores Transversais	115
Tabela B.4	Grau máximo de penalização das áreas transversais (P_{max})	116

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP - Analytic Hierarchy Process

AIEA - Agência Internacional de Energia Atômica

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CNS - Convention of Nuclear Safety

IAEA - International Atomic Energy Agency

IGR – Índice de Efetividade da Gestão Reguladora

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IRRS - Integrated Regulatory Review System

ISO - International Organization for Standardization

NEA - Nuclear Energy Agency

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

Segundo a Norma ISO 9001 (2015a), a Gestão da Qualidade tem como um dos seus princípios o ciclo PDCA para a melhoria contínua. O ciclo PDCA (do inglês: PLAN DO CHECK ACT) pode ser utilizado tanto na gestão de serviços, como na produção industrial e é importante que o sistema de gestão cumpra todas as etapas de planejamento, execução, controle e ações de melhorias (retroalimentação).

Na área nuclear não é diferente, tanto operadores como reguladores devem possuir um sistema de gestão (IAEA, 2016a/b) que contemple tais elementos, sendo a retroalimentação um elemento-chave na busca pela melhoria contínua da gestão. O dinamismo é um fator inerente a todos os processos de gestão, seja devido às mudanças de gestores, de objetivos ou do contexto externo. Assim, é condição necessária que haja ciclos de avaliação da gestão para que o processo se ajuste em caso de desvios da sua finalidade.

Entre os vários meios para se avaliar a eficácia ou a efetividade de um sistema de gestão de segurança destacam-se: autoavaliação, revisões independentes e indicadores de desempenho, sendo este último bastante usado para monitorar os operadores a partir dos anos 90 (CARVALHO, 2009) e raramente usado para avaliar os reguladores.

1.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Conforme descrito pela Agência de Energia Nuclear da OECD (NEA, 2011), em 1998 foi iniciada uma discussão sobre como melhorar e medir a efetividade das atividades reguladoras e em 2001 foi publicado um relatório (NEA, 2001) que recomendava o desenvolvimento de indicadores de desempenho para reguladores.

Na busca de atender a essa recomendação, foi formado um grupo de trabalho, com a participação de 9 países e da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, em inglês), para o desenvolvimento de um projeto-piloto, cujo resumo foi publicado em 2004 (NEA, 2004), onde foram apresentados 32 possíveis indicadores discutidos entre os

membros do grupo de trabalho e para cada um deles foram apresentadas avaliações sobre os mesmos. Ao final, o documento recomendou que a NEA se mantivesse ativa nessa questão e promovesse uma atualização em 2007, porém tal iniciativa não aconteceu. Também se observa que, segundo o mais recente documento sobre o assunto (NEA, 2014), os resultados completos do estudo piloto nunca foram publicados.

Paralelamente, em 1999 a IAEA reuniu por duas vezes 22 especialistas seniores para discutir os elementos da efetividade reguladora, possíveis indicadores e suas avaliações. O relatório (IAEA, 1999) apresenta os principais elementos de um órgão regulador efetivo e aponta um conjunto de possíveis indicadores de efetividade, levando-se em consideração aspectos governamentais, do próprio regulador e do desempenho do licenciado. Muitos dos indicadores apresentados são qualitativos, alguns são sobrepostos e outros de difícil obtenção. O trabalho não teve como objetivo agrupar os indicadores de forma a prover uma visão da efetividade reguladora de forma global. Ao final, o documento conclui que uma revisão por pares é uma ferramenta eficiente para avaliar e melhorar a efetividade reguladora.

O documento PDRP-6 (IAEA, 2001) relativo à gestão da qualidade de órgãos reguladores apresenta, como exemplo, um grupo de indicadores não exaustivos associados a atividades do regulador e do operador. Nota-se que, após 2001, a AIEA não publicou mais documentos sobre indicadores para reguladores e concentrou seus esforços na melhoria da revisão por pares da efetividade reguladora, hoje intitulada IRRS (do inglês *Integrated Regulatory Review Service*) que faz uma extensa avaliação das práticas reguladoras à luz das recomendações da AIEA.

Portanto, percebe-se uma dificuldade dos organismos internacionais em estabelecer um único grupo de indicadores universais que possa refletir o grau da efetividade de um determinado órgão regulador nuclear. Essa dificuldade é explicável porque, dependendo do país, as funções reguladoras podem ser exercidas por uma ou mais organizações, que têm distintos graus de formalismo e controle sobre a gestão de seus processos. A dificuldade de elaboração de um conjunto universal de indicadores que reflitam a efetividade das ações reguladoras, não invalida a utilização de indicadores específicos, pois eles, se bem escolhidos, podem dar uma visão ampla e ágil sobre o desempenho de um órgão regulador.

1.3 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é propor um conjunto de indicadores que possa aferir a efetividade das ações reguladoras nos aspectos de segurança nuclear, como uma forma de avaliar a necessidade de melhorias nos processos ou atualização de políticas e diretrizes. Tais indicadores devem, além de avaliar os principais processos reguladores, tratar as chamadas áreas transversais, levar em consideração o desempenho das instalações licenciadas e, ainda, ser capazes de detectar tendências de perda de efetividade, de maneira a possibilitar contramedidas antecipatórias.

Os indicadores deverão ser agrupados primeiramente por função reguladora e posteriormente num indicador único, sendo que o agrupamento deve ponderar os indicadores e as funções reguladoras, de maneira que reflitam as importâncias relativas que estes têm em relação à segurança nuclear. Ao final, para cada nível de indicadores, devem ser estabelecidos critérios de aceitação. O processo de determinação dos indicadores, suas ponderações e critérios de aceitação será realizado por meio da elicitação por especialistas.

1.4 ESCOPO DA PESQUISA

A proposta focará na adoção de indicadores quantitativos, associados às funções reguladoras diretamente focadas no alcance da Segurança Nuclear. O trabalho também se propõe a levar em conta o desempenho dos operadores quanto à segurança e áreas transversais, de forma que as influências desses elementos sejam levadas em consideração em cada função reguladora, tendo por base a realidade dos aspectos reguladores da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Não serão abordados temas como custos, eficiência, ética, transparência etc., que são governados por indicadores gerais do Governo Federal e, geralmente, avaliados por órgãos de controle como TCU, CGU e Auditoria Interna.

1.5 ORIGINALIDADE

Embora a CNEN tenha alguns indicadores relacionados a avaliações de requerimentos de licença e inspeções, verifica-se que os mesmos não cobrem todas as funções reguladoras e, por vezes, carecem de metas. Além disso, não caracterizam um sistema de indicadores que avalie a efetividade de todas as suas funções reguladoras e

que agregue seus resultados num indicador composto. No âmbito internacional, embora haja um consenso, por intermédio da Agência Internacional de Energia Atômica, das responsabilidades e das funções que um regulador nuclear deve ter e, também existia uma iniciativa de revisão por pares para verificar se os reguladores estão cumprindo seu papel, não há uma avaliação sistemática, quantitativa e global que possa aferir a efetividade do gerenciamento das atividades reguladoras para o alcance da segurança.

Conforme aponta a revisão bibliográfica, apenas quatro países dispõem de indicadores (IAEA, 2017), sendo que não há informações de como estes são avaliados globalmente e nem se são tratados quanto a tendências.

As referências encontradas tratam das áreas transversais (recursos humanos, treinamento, formalização de processos, desempenho da gestão etc.) de forma isolada e como mais um elemento a ser avaliado. A presente proposta determinará, de forma inovadora, a influência que as áreas transversais do regulador têm sobre o desempenho de cada função reguladora individualmente, levando em consideração, assim, a transversalidade das mesmas. Complementarmente, a proposta levará em conta o desempenho do operador na avaliação da efetividade de cada função reguladora.

1.6 RELEVÂNCIA

Os reguladores nucleares têm como principal função garantir que as atividades relacionadas ao uso de energia nuclear sejam conduzidas de maneira segura (NEA, 2014), diferentemente de muitos órgãos reguladores que são estabelecidos para controlar mercados e regular a livre concorrência. O uso de indicadores se bem dimensionados e avaliados, pode ser um elemento para facilitar a gestão, alimentando um processo de melhoria contínua dos processos reguladores que, por sua vez, se traduzirá na melhoria contínua da segurança nuclear.

Análises realizadas sobre o acidente de Fukushima, (AESJ, 2014) e (NAIIC, 2012), apontaram, entre outros fatores, fraquezas e deficiências no sistema regulador japonês. Um conjunto de indicadores adequados poderia ter sinalizado deficiências ou tendências, que, se corrigidas, poderiam contribuir para evitar ou minimizar as consequências para a segurança.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

No Capítulo 2, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a gestão reguladora e o monitoramento da sua efetividade, a adoção de indicadores de desempenho por reguladores nucleares e o uso de elicitação por especialistas na determinação de indicadores.

No Capítulo 3, é apresentada a fundamentação teórica sobre as atribuições dos reguladores nucleares, o desenvolvimento de indicadores de desempenho e os processos de elicitação mais afetos ao tema desta tese.

A metodologia desenvolvida para escolher os indicadores, atribuir suas importâncias relativas, determinar seus critérios de desempenho e agrupá-los, e as estratégias para sua aplicação, são objeto do Capítulo 4.

Ao final, são apresentadas a compilação dos resultados e as discussões, no Capítulo 5, e as conclusões e recomendações, no Capítulo 6.

No Apêndice A, são apresentados os questionários utilizados nos processos de elicitação, durante as várias etapas do trabalho e, no Apêndice B, os valores elicitados pelos especialistas.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AS FORMAS DE AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DA GESTÃO REGULADORA

A ISO 9000 (2015b) define sistema de gestão como conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos de uma organização para estabelecer políticas, objetivos e processos para alcançar esses objetivos.

O órgão regulador deve estabelecer, implantar, avaliar e aprimorar um sistema de gestão que esteja alinhado com os seus objetivos de segurança e contribua para o seu alcance (IAEA, 2016a).

Uma organização deve estabelecer uma abordagem sistemática para coletar, analisar e revisar as informações disponíveis. Com base nos resultados, a organização deve atualizar políticas, estratégias e objetivos conforme necessário, além de promover atividades de melhoria, aprendizado e inovação (ISO, 2018).

Assim, uma das premissas básicas dos sistemas de gestão é a melhoria contínua (ISO, 2015a), sendo que para isso é necessário monitorar o desempenho desse sistema em relação aos objetivos institucionais.

A demanda por ferramentas que contribuam para a institucionalização e o aperfeiçoamento das atividades de monitoramento é notadamente crescente. Esse é o caminho percorrido pelos governos que, comprometidos com a efetividade de suas ações, buscam a consolidação de um sistema de monitoramento e avaliação (GONÇALVES et al., 2011)

A melhoria contínua de um sistema de gestão requer diferentes avaliações, que podem ser aplicadas em conjunto ou separadamente, sendo as mais utilizadas na área nuclear aquelas listadas abaixo. Os resultados dessas avaliações devem ser revisados, em intervalos regulares, pelos níveis e funções apropriados da organização, bem como pela alta administração (ISO, 2018).

a) Autoavaliação

Normalmente, essa avaliação é realizada em intervalos regulares, pelos gerentes de nível médio e sênior, consistindo em avaliar o grau de aderência às melhores práticas e requisitos estatutários. Uma combinação de métodos pode ser usada para realizá-la (IAEA, 2016b): inspeções no local de trabalho, análise de tendências dos dados de segurança, revisão de desempenho de processo, benchmarking etc. A IAEA (2014) apresenta uma orientação abrangente de como realizar autoavaliação da eficácia e eficiência reguladora.

b) Auditorias Independentes

Também devem ser realizadas de forma periódica, podendo incluir revisão, verificação, inspeção, teste, avaliação e acompanhamento de resultados de outras auditorias internas ou externas (IAEA, 2016b).

Os resultados devem ser encaminhados para um nível de gestão, que tenha poder suficiente para garantir a implantação de ações corretivas.

c) Pesquisas/Questionários

Essa técnica procura uma opinião ou sentimento de um grupo de pessoas sobre um assunto, por meio de um questionário, entrevistas ou observação de trabalho. Geralmente, envolve muitas pessoas e quase sempre é aplicado a uma área de interesse específica, considerando o consumo de tempo e a quantidade de dados a serem processados (IAEA, 2020).

d) Revisões por Pares

Em termos técnicos, uma revisão por pares é um processo que submete uma organização ao escrutínio de outros especialistas na mesma área, para verificar a qualidade das atividades e o cumprimento das normas ou requisitos. No setor nuclear, a AIEA possui o Serviço de Revisão Reguladora Integrada (IAEA, 2013), que fornece revisão por pares em todo o mundo para seus membros.

O IRRS, embora extremamente útil, é muito caro em termos de tempo, recursos humanos e materiais e a AIEA recomenda que cada país solicite uma missão do IRRS a cada 10 anos, o que é um tempo muito longo para ser a única ferramenta para verificar a eficácia reguladora.

e) Lições Aprendidas (interna ou externamente)

Essa abordagem é particularmente importante quando acontece um evento relevante para a segurança. Se o evento se referir a uma atividade reguladora propriamente dita, é uma tarefa mais fácil, mas se o evento se referir a uma

instalação sob regulação, essa avaliação dependerá de um método de análise, que possa correlacionar o evento em uma instalação com a efetividade de uma função reguladora (nem sempre disponível).

f) Indicadores de Desempenho

Usam-se largamente indicadores de desempenho na indústria e em muitos outros campos de atividade. Como destacaremos mais adiante, seu uso na área nuclear é muito comum em relação aos operadores, mas pouco comum em relação aos reguladores. Geralmente quantitativos, os indicadores buscam monitorar o estado atual de parâmetro ou processo, visando sua comparação com metas e objetivos de uma organização.

Segundo Monteiro (2014), indicadores podem ser entendidos, de uma forma geral, como medidas que possibilitam interpretar uma realidade a partir da observação de fatos; são sinais que sintetizam aspectos de uma realidade, a qual não conseguiria ser compreendida sem a compilação desses aspectos em um parâmetro de medição. A comparação dessa realidade com a situação desejada, possibilita a identificação de problemas e orienta a tomada de decisão. Ainda que os indicadores não expliquem diretamente as relações causais, eles fornecem elementos que permitem interpretar uma realidade.

Portanto, nota-se que a avaliação por indicadores não é a única forma de se avaliar a efetividade ou eficácia, nem a única ferramenta para auxílio à tomada de decisão quanto à adequação de um sistema de gestão, mas apresenta uma série de vantagens relativas a custo, tempo e imparcialidade, desde que tratados com critérios.

Segundo CARVALHO (2009), a avaliação do gerenciamento da segurança deve ser dinâmica e levar em consideração o uso de ferramentas quantitativas e qualitativas, sendo o uso de indicadores uma das mais utilizadas atualmente, pois estes facilitam a visão entre o desejado e o alcançado, ou seja, “onde estamos e quão longe estamos de onde deveríamos estar”. Mais do que isso, os indicadores podem nos dar uma visão de tendências, pois se o valor absoluto do indicador (da segurança) pode carregar um grau de incerteza, o indicativo de sua melhoria ou degradação já constitui uma contribuição valiosa para o processo de tomada de decisão.

MPOG (2012) cita que se os gestores públicos possuem informações confiáveis, precisas e tempestivas, eles podem abdicar de decisões fundamentadas exclusivamente

na intuição, tradição, “tino administrativo” ou opiniões pessoais. Nesse contexto, os indicadores permitem integrar subjetividade e objetividade a partir de evidências empíricas, viabilizam comparações, avaliações consistentes e, principalmente, criam condições para esclarecer e fornecer apoio às decisões.

Do acima exposto, conclui-se que, embora o monitoramento da efetividade de um sistema regulador não deva ser alicerçado apenas em indicadores de desempenho, a utilização destes traz vantagens e é uma tendência nos diversos meios gerenciais, pela sua agilidade em transmitir e condensar dados importantes na tomada de decisão.

2.2 O USO DE INDICADORES DE DESEMPENHO NOS REGULADORES NUCLEARES INTERNACIONAIS

Um projeto-piloto da NEA/OECD (2004) apresentou 32 possíveis indicadores para reguladores divididos em grupos relativos a:

- Garantia da segurança por meio da realização das atividades reguladoras de normatização, avaliação de segurança, inspeção, coerção, planejamento e resposta de emergência, avaliação da experiência operacional e avaliação integrada das condições de segurança do operador;
- Desenvolvimento e manutenção do nível de competência;
- Ações para prevenir a degradação e promover a melhoria da segurança;
- Execução das atividades em tempo hábil e com bom custo-benefício;
- Comprometimento com melhoria contínua do desempenho.

Apesar da divisão nos cinco grupos acima, o trabalho não se propôs a fazer nenhum tipo de ponderação entre os indicadores sugeridos, nem o estabelecimento de um indicador global. Conforme já descrito na Seção 1.2, apenas resultados preliminares foram apresentados, sem que o estudo tivesse continuidade.

O cumprimento das funções reguladoras, além de ser passível de verificação pela AIEA, por missões IRRS, é tema constante dos Relatórios Nacionais de apresentação obrigatória a cada 3 anos durante a CNS (*Convention of Nuclear Safety*), onde os países signatários discutem, por meio de revisões por pares, o alcance da segurança nuclear.

O relatório segue um padrão da IAEA (2015) que estabelece em seu artigo 8º (1) que cada país deve descrever as ações para garantir que os reguladores tenham autoridade,

competência e recursos para cumprir suas responsabilidades, sendo que o sistema de gestão está entre tais ações.

Pesquisando nos relatórios nacionais de 30 países detentores de usinas nucleares, apresentados em 2017 na CNS (IAEA, 2017), verificou-se que apenas 4 países trabalham com algum tipo de indicadores para reguladores, a saber: África do Sul, Austrália, Paquistão e Reino Unido. A grande maioria utiliza apenas ferramentas do tipo auditoria ou autoavaliação para monitorar rotineiramente seus sistemas de gestão.

Para efeito desta revisão bibliográfica, definimos indicadores transitórios como aqueles relativos à medição do grau de desenvolvimento de processos identificados como ausentes e não ao grau de adesão a esses processos. Portanto, não é uma medida para verificar se um processo está sendo executado, nem os resultados desse processo, que seriam típicos indicadores de desempenho. Os indicadores transitórios medem se a ação corretiva de uma deficiência específica (como, por exemplo, a falta de um processo de gestão do conhecimento ou de um sistema integrado de gestão) está em curso. Uma vez implantada, a ação correspondente a esse indicador some, podendo até dar lugar a indicadores de desempenho. Essa definição, embora não seja encontrada na literatura, se fez necessária, pois, como apresentado em seguida, há indicadores na África do Sul e no Paquistão que tipicamente se referem a planos de ação e não ao monitoramento do desempenho de uma atividade, o que pode mascarar a abrangência dos indicadores.

Em relação aos reguladores que trabalham com indicadores, apesar dos mesmos estarem disponíveis, as informações nem sempre são completas. Abaixo é apresentado um resumo sobre os seus sistemas de indicadores.

África do Sul (NNR, Annual Report 2015/16):

- O sistema é composto de 45 indicadores, divididos em 26 objetivos estratégicos;
- 47% são indicadores transitórios, ou seja, são relativos ao cumprimento de ações específicas (usualmente ações corretivas), estabelecidas em plano de ação para o período em curso;
- As principais funções reguladoras estão representadas em 7 dos 26 objetivos estratégicos, num total de 17 indicadores, sendo que apenas 5 são afetos à avaliação da efetividade das funções principais do regulador de forma periódica, e os outros 12 são transitórios;

- O relatório aponta um desempenho de 91,8 %, acima da meta de 85%. Aparentemente, o desempenho é a média aritmética dos 45 indicadores.

Austrália (ARPANSA, Self-assessment Report, 2016-2017):

- O sistema é composto de 12 indicadores, divididos em 6 áreas chaves;
- 5 de 6 áreas chaves englobam indicadores relativos às funções reguladoras principais e 1 se refere à própria gestão;
- O processo de uso de indicadores iniciou-se em 2015 e ainda sofre ajustes para que os indicadores reflitam melhor as áreas chaves;
- Não há indicadores relativos às funções principais de preparação para emergência e coerção;
- Não há informações claras sobre os critérios de avaliação que são do tipo qualitativo, mas relacionados ao alcance das metas. Observa-se que a avaliação global classificou o desempenho regulador como *very good* (muito bom) apesar de 8 dos 12 indicadores não terem atingido suas metas.

Paquistão (PRNA, Annual Report, 2016):

- O sistema é composto de 20 indicadores, divididos em 12 áreas chaves;
- 5 de 12 áreas chaves englobam indicadores relativos às funções reguladoras principais, 3 às funções secundárias, 2 se referem à própria gestão e 2 às áreas financeiras e administrativas;
- 29% dos indicadores são transitórios, ou seja, são ações específicas estabelecidas em plano de ação para o período em curso;
- Não há indicadores relativos à função principal de preparação para emergência;
- Não há informações claras sobre os critérios de avaliação que são do tipo qualitativo (escala de cores: verde, branca, amarela e vermelha). Analogamente à Austrália, a avaliação global foi “satisfatória” (verde), sendo que de 12 áreas chaves, 6 foram classificadas como “satisfatória”, 4 como “minimamente aceitável” (branca) e 2 como “necessita melhoria” (amarela).

Reino Unido (ONR, Corporate Plan 2017-2018):

- O sistema é composto de 12 indicadores, divididos em 4 áreas chaves;

- 2 de 4 áreas chaves referem-se a funções principais, 1 a função secundária e 1 a resultado financeiro;
- Não há indicadores relativos às funções principais de avaliação de segurança, regulação e coerção.

A Tabela 2.1 apresenta as funções reguladoras estabelecidas pela IAEA e uma comparação entre países que utilizam indicadores para seus reguladores.

Do exposto acima, verifica-se que os sistemas de indicadores para reguladores disponíveis não possuem um balanceamento homogêneo entre os indicadores e, até onde foi possível obter informações, não fazem uma ponderação entre os indicadores específicos, nem entre as áreas chaves. A maioria das funções reguladoras principais fazem parte desses sistemas de indicadores, já nas áreas transversais observa-se que quase todos os indicadores são transitórios.

Assim, a partir da revisão bibliográfica sobre o uso de indicadores por reguladores nucleares concluímos que:

- A mistura de indicadores transitórios com indicadores periódicos impacta negativamente o agrupamento dos mesmos e a determinação do indicador composto, comprometendo conseqüentemente a verificação de tendências. Assim, a proposta desenvolvida não utilizou indicadores transitórios.
- Os sistemas de indicadores apresentados tratam as áreas transversais de maneiras estanques, diferentemente da presente proposta que busca retratar a influência das áreas transversais em cada função reguladora principal.

Portanto, apesar de poderem ser utilizados como referência para possíveis indicadores, nenhum dos sistemas pesquisados leva em consideração todos os objetivos da atual proposta.

Tabela 2.1 – Indicadores de desempenho de reguladores nucleares estrangeiros¹

	África Sul	Austrália	Paquistão ¹⁰	Reino Unido
Funções Reguladoras Principais				
Desenvolvimento de Normas ou Requisitos	X (0+3)	X ² (1+0)	X (1+0)	-
Avaliação de Segurança de Instalações	X (1+2)	X (1+0)	X (3+0)	-
Emissão de Autorização ou Licença	X (1+0)	-	X ¹¹ (1+0)	-
Inspeção de Instalações ou Atividades	X (1+0)	X ³ (3+0)	X (1+0)	X ⁴ (4+0)
Coerção	X (1+0)	-	X (1+0)	
Preparação e Resposta a Emergência	X (1+1)	-	-	X (1+0)
Comunicação	X (2+0)	X (2+0)	X (4+1)	X (1+0)
Funções Reguladoras Secundárias ou de Suporte				
Suporte Administrativo	X (2+2)	-	X ^{5,6} (0+2)	X ⁷ (1+0)
Assistência Legal	-	-	-	-
Comitês Consultivos	-	-	-	-
Pesquisa Reguladora	X (2+0)	-	-	-
Provisão para Contratação de Suporte Técnico Externo, se necessário	X (1+0)	X ⁸ (1+0)	-	-
Interlocução e Cooperação Internacional	X ⁹ (3+0)	-	X (1+0)	-
Áreas Transversais				
Sistema de Gestão	X ¹⁰ (4+4)	X ¹¹ (1+0)	X ¹⁰ (3+1)	X ¹² (1+0)
Capacitação - Treinamento	X (0+3)		X (0+1)	X (1+0)
Recursos Humanos	X (0+1)	X (1+0)	X (0+1)	X ¹³ (2+0)
Desempenho do Operador	X ¹⁴ (0+1)	X ^{15,16} (2+0)	-	-
Indicadores transitórios/indicadores totais	47%	0%	29%	0%

¹ O primeiro número nos parênteses refere-se a indicadores periódicos e o segundo a indicadores pontuais.

² Refere-se à porcentagem de Normas com participação dos licenciados.

³ Referem-se à proporção entre visita de monitoração e inspeções realizadas pelo regulador e proporção de inspeções em instalações de maior risco.

⁴ Embora haja 4 indicadores para inspeção, 3 deles se referem ao cumprimento de diferentes Planos de inspeção.

⁵ Refere-se à adesão ao Plano Estratégico anual e orçamento.

⁶ Refere-se à adesão ao plano de ações anual, o que pode ser interpretado como subconjunto do indicador da nota 5.

⁷ Refere-se ao orçamento.

⁸ Refere-se à participação de pessoal externo em inspeções.

⁹ Referem-se à participação em reuniões e elaboração de Relatório para a AIEA.

¹⁰ Os indicadores pontuais referem-se a preparativos para IRRS, autoavaliação ou desenvolvimento de Sistema de Gestão.

¹¹ Refere-se às melhorias no Sistema de Gestão advindas de autoavaliações ou revisões independentes.

¹² Refere-se à adesão ao Plano Estratégico anual e orçamento

¹³ Refere-se à rotatividade de mão de obra e nº de inspetores suficientes.

¹⁴ Indicadores de desempenho das usinas, sem correlação direta com o desempenho do regulador.

¹⁵ Refere-se à proporção entre deficiências e não-conformidades do operador apontadas em inspeções do regulador.

¹⁶ Refere-se à porcentagem de ações corretivas iniciadas pelo operador dentro de 3 meses após detetada a deficiência.

2.3 O USO DE ELICITAÇÃO POR ESPECIALISTAS

2.3.1 Conceituação

A tomada de decisão é um processo cognitivo que resulta na seleção de uma opção entre várias alternativas e, segundo GIGERENZER (2001), se utiliza frequentemente de preferência, inferência, classificação e julgamento, quer consciente ou não.

A tomada de decisão usualmente é suportada pela opinião de quem tem conhecimento sobre o assunto a ser decidido, seja pelo próprio tomador de decisão, seja pela opinião de terceiros, de forma individual ou coletiva.

Conforme WILMOT & GALSON (2000), utiliza-se o julgamento de especialistas em duas principais situações:

- Os meios para a obtenção da informação desejada têm custos excessivos, demandam tempo demasiado ou não são factíveis;
- Não há meios alternativos para decidir sobre o curso de uma ação, escolher entre alternativas ou fazer suposições.

A busca pela opinião de quem entende de um assunto pode ser desde uma consulta informal até um processo formal que garanta rastreabilidade e controle sobre a sua implantação. Entre as várias denominações, destacam-se: Julgamento de Engenharia (*Engineering Judgement*), Julgamento por Especialistas (*Expert Judgement*), Opinião de Especialistas (*Expert Opinion*) ou Elicitação de Especialistas (*Expert Elicitation*). Segundo Pestana (2017), o termo inglês “elicitation” ainda não possui um correspondente na língua oficial do Brasil. Ainda que em português os termos “eliciação” e “elucidação” sejam apresentados como sinônimos mais corretos para “elicitação”, entre os especialistas da Teoria da Decisão se consagra o uso do vocábulo “elicitação”.

DIAS et al. (2018) mencionam que elicitação pode ser definida como a facilitação da expressão quantitativa do julgamento subjetivo, seja em matéria de fato ou questões de valor.

Independentemente das diferentes denominações, a pesquisa bibliográfica deste trabalho se restringe aos processos formais de compilação de opinião de especialistas, e para efeitos do presente trabalho, a seguinte definição será utilizada para o termo

“Elicitação de Especialistas” (baseado em AYYUB, 2001): Processo formal e estruturado de aquisição e processamento de opinião de especialistas sobre um determinado tema.

2.3.2 Histórico

Processo decisório

Tomadores de decisão, com suas limitadas capacidades de pensar e escolher, sempre buscavam apoio desde o início da história. As informações abaixo foram extraídas de ROBINS (2001).

Nos primeiros tempos, as sociedades buscavam, nos sábios mais velhos, dados ou experiências anteriores para aumentar suas chances de acerto. Em algum momento, essa função de assessoria foi transferida para os deuses, astros adivinhos, astrólogos e bruxos. Muitas decisões de reis e generais eram guiadas pelos oráculos.

Os chineses, embora fascinados pela adivinhação, buscaram maneiras de associar a profecia com um processo sistemático de tomada de decisão. O resultado foi o I Ching, que consiste em uma avaliação genérica da situação, bem como os potenciais riscos e oportunidades. Como um processo de tomada de decisão, oferece lições valiosas: avance devagar, considere as alternativas, identifique os riscos e crie planos de contingência antes de escolher um curso de ação. Esse foco em pesquisa cuidadosa, coleta e análise de dados, antes de tomar a decisão, é totalmente consistente com as práticas modernas.

Os romanos primitivos, além de consultar as divindades, também começaram a interpretar os dados para fazer previsões.

A partir da Idade Média, os pensadores começaram a colocar mais confiança nas próprias faculdades do indivíduo e sugeriram usar princípios mais racionalistas e motivados para discernir a escolha correta em uma determinada situação.

Na segunda metade do século XVI, Francis Bacon iniciou o desenvolvimento do método científico e, mais tarde, Benjamin Franklin desenvolveu um processo que listava prós e contras de uma determinada situação, além das lacunas de informação para auxiliar na tomada de decisão.

A partir do século XX, a estatística e a psicologia se aprofundaram no desenvolvimento dos processos decisórios, até chegar à Teoria das Decisões que nasceu com Herbert Simon, ganhador do Prêmio Nobel de Economia.

No artigo de BUCHANAN & O'CONNELL (2006) pode-se obter uma extensa cronologia sobre a decisão, desde a pré-história.

Elicitação de Especialistas

A despeito da evolução científica para melhorar o processo decisório, em certos campos ainda há muita incerteza devido à falta de informações ou experiências anteriores, o que prejudica ou até inviabiliza uma decisão.

Muitas vezes, necessitamos consultar especialistas para prever possibilidades, para escolher o melhor modelo ou método para solucionar um problema. Também nesse campo a ciência evoluiu muito naquilo que chamamos de “opinião de especialistas”.

Segundo RAIFFA (2007), o caminho a percorrer foi estreitar o estudo das incertezas com as decisões empresariais. Robert O. Schlaifer começou a ensinar sua própria versão da teoria da decisão estatística com base em avaliações de probabilidade subjetivas de especialistas. Essas contribuições levaram, por sua vez, à análise de decisões, que podemos chamar de "decisão de engenharia". Jeffreys e Jaynes desenvolveram formas muito claras de relacionar probabilidades com o que se conhece sobre o mundo ao redor. Hoje, temos uma disciplina de análise de decisão: um procedimento sistemático para transformar problemas de decisão opacos em problemas de decisão transparentes, por uma sequência de passos rastreáveis.

A opinião de especialistas, como metodologia formal, foi introduzida após a Segunda Guerra nos EUA pela RAND Corporation, que foi fundada com o objetivo de suportar o planejamento militar com soluções para a tomada de decisão, sendo que mais tarde seu campo de atuação foi estendido para outros campos de aplicação (SIMOLA et al., 2005, citando COOKE, 1991). Entre os anos 50 e 70, a RAND desenvolveu as metodologias Análise de Cenários e Método Delphi (AYYUB, 2001), sendo este último precursor do método *Cross-Impact Analysis*, que passou a levar em consideração a dependência entre eventos.

Na área nuclear, segundo o NUREG 1563 (NRC, 1996), o uso formal de opinião de especialistas foi introduzido na NRC em meados dos anos 80, na avaliação do risco de acidentes severos e no estudo de Análise Probabilística de Ameaça Sísmica. No entanto, o seu uso foi ampliado e utilizado em vários outros estudos.

O método Delphi (LINSTONE & TUROFF, 1975) continuou a ser largamente utilizado e atualizado, mas, com o passar dos anos, vários outros métodos e estudos foram

desenvolvidos e publicados. (COOKE & PROBST, 2006) relatam uma extensiva experiência na área de julgamento estruturado de especialistas utilizando o Método Clássico de Cooke, sendo que, no total, 45 estudos completos, envolvendo em torno de 67.000 elicitacões individuais de especialistas foram realizados até aquela data.

2.3.3 Campo de Aplicação

São inúmeras as possibilidades de se aplicar a elicitação de especialistas que, como já comentado anteriormente, é largamente utilizada quando não há dados disponíveis ou o acesso aos mesmos é impraticável à luz das condições no momento do estudo. Nessas situações, a melhor maneira de resolver é optar por uma consulta a pessoas que detêm conhecimento sobre o assunto (especialistas), de maneira estruturada e formal.

Segundo GOOSSENS et al. (2008), a quantificação e agregação de graus de crença de especialistas pode fornecer uma contribuição importante para um tomador de decisão e pode resultar em escolhas de parâmetros de modelos idealmente defensáveis.

Previsões de cenários políticos ou econômicos são campos de aplicação citados por AYYUB (2001), que também dá exemplos de utilização de especialistas para elicitar taxas de falhas de equipamentos ou consequências dessas falhas para diferentes atividades ou situações.

Em DIAS et al. (2018), são apresentados casos de utilização de elicitação de especialistas nas áreas de serviços públicos (localização de aeroportos), saúde humana (gripe suína), ameaças naturais (risco de terremotos) e proteção ambiental (depósito de rejeito radioativo); sendo os dois primeiros exemplos de elicitação de matéria de fato e os dois últimos de valor. No caso da presente proposta, essas duas vertentes serão utilizadas, já que serão escolhidos os indicadores mais significativos para cada função reguladora e, após isso, determinados numericamente os pesos relativos entre os mesmos e os intervalos de aceitação.

MEYER & BOOKER (2001) apresentam algumas aplicações de julgamento de especialistas:

- Determinação de probabilidade de ocorrência de evento novo, raro ou complexo;
- Previsão de desempenho de um produto ou processo;

- Determinação da validade de hipóteses usadas para a seleção de um modelo de análise;
- Seleção de variáveis de entrada e saída de um determinado modelo.

Como se pode notar a elicitação de especialistas é utilizada nos campos da engenharia, economia, administração e ciências políticas, entre outros.

Na área de indicadores de desempenho, PASMANN & ROGERS (2014) relatam o uso de opinião de especialistas, através de Processo de Hierarquização Analítica (AHP do inglês *Analytic Hierarchy Process*), para estabelecer pesos relativos entre indicadores num estudo relativo à segurança de instalações de óleo & gás. Entre as conclusões, os autores citam que, com o uso de julgamento de especialistas na importância relativa dos valores dos indicadores, o efeito de mudanças nos indicadores pode, em princípio, ser levado em consideração e se tornar visível tanto no risco global, como em partes da instalação. Outros setores, como a segurança da aviação e na manutenção da plataforma *offshore*, fizeram tentativas satisfatórias na mesma direção, no entanto, chamam atenção que há necessidade de estudos complementares nas áreas de indicadores de segurança com participação de especialistas para verificar o quão bem estes funcionam.

GRECCO et al. (2014) utilizam a elicitação de especialistas para ponderar a importância de indicadores proativos para a avaliação da cultura de segurança em instalação radiativa, por meio do emprego da Teoria de Conjuntos Difusos.

DOS SANTOS et al. (2020) igualmente se utilizam da Teoria de Conjuntos Difusos para ponderar a opinião de especialistas na avaliação de indicadores da resiliência de organizações de Defesa Civil.

BEATTIE & MACKWAY-JONES (2004) apresentam um trabalho sobre a seleção de indicadores de qualidade no atendimento a pacientes no departamento de emergência num hospital do Reino Unido, utilizando o método Delphi de elicitação.

CARVALHO (2009) relata a utilização de especialistas para a determinação de indicadores em trabalhos realizados pela Comissão Europeia, e pela Agência Internacional de Energia Atômica, e ØIEN (2001) destaca que a determinação dos valores dos indicadores normalmente é feita por ferramentas qualitativas ou avaliação de especialistas, sendo esta última predominante entre os métodos usados para a determinação dos pesos relativos entre indicadores.

Portanto, pode-se concluir que a opinião de especialistas é utilizada em vários estudos de diferentes naturezas ou objetivos e, em particular, verifica-se que é aplicável à escolha e ponderação de indicadores de desempenho, sendo que, em alguns casos, é a única alternativa factível.

A utilização de elicitação de especialistas nesse caso se justifica pelo fato de que indicadores nem sempre possuem relação direta com os elementos que se quer gerenciar, não permitindo, portanto, a sua determinação por meio de técnicas ou métodos experimentais ou analíticos.

Ainda assim, o estudo das referências aplicadas a indicadores demonstra que não há homogeneidade nos métodos utilizados para elicitar as opiniões dos especialistas, nem no grau de formalismo utilizado no processo de elicitação.

Assim, será apresentada no Capítulo 3 uma fundamentação teórica para balizar a escolha dos indicadores e das técnicas mais apropriadas para elicitar a opinião dos especialistas envolvidos.

Capítulo 3

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O ÓRGÃO REGULADOR NUCLEAR E A SEGURANÇA

3.1.1 Objetivo do regulador e suas funções

O objetivo principal do regulador nuclear é garantir que as instalações nucleares e radioativas operem dentro dos padrões de segurança estabelecidos, durante todo o tempo (NEA, 2006).

Conforme já apontado em 1.6, fraquezas e deficiências no regime regulador são apontadas entre as causas do acidente de Fukushima. Da mesma forma, a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA/ INSAG-7, 1992) mostra que no período do acidente de Chernobyl existiam deficiências no regime regulador, relacionadas à base legal, análise de segurança, fiscalização, recursos financeiros e humanos.

GAO et al. (2019) relatam que, após a ocorrência de grandes acidentes, os relatórios de investigação oficiais frequentemente imputam responsabilidades às autoridades reguladoras, apontando regulação deficiente, falha em desempenhar suas responsabilidades e perda de supervisão rotineira.

Conforme IAEA (2016a), o objetivo das funções reguladoras é a avaliação da segurança e a verificação da conformidade com os requisitos estabelecidos, levando em consideração os riscos associados das instalações ou atividades licenciadas.

O processo regulador deve inspirar confiança no sentido de que:

- (a) haja um balanceamento entre os benefícios operacionais e as potenciais consequências para o público e meio ambiente;
- (b) as avaliações de segurança demonstrem que há um nível de segurança adequado e que os objetivos e critérios de segurança foram alcançados;
- (c) a avaliação do local demonstre consistência do mesmo com requisitos de projeto e adequação da infraestrutura para apoiar a operação da instalação;
- (d) as instalações foram projetadas e construídas atendendo aos requisitos;

- (e) as instalações são operadas e as atividades conduzidas dentro dos limites e condições especificadas e de modo seguro, sob um sistema adequado de gestão;
- (f) os licenciados têm capacidades humana, organizacional, financeira e técnica para operar as instalações de forma segura em quaisquer circunstâncias;
- (g) o término das atividades e o descomissionamento atendam aos requisitos reguladores.

As funções de um regulador são objeto de constante discussão pela Agência Internacional de Energia Atômica, que congrega mais de 160 países, e são tratadas em vários de seus documentos. O mais recente deles (IAEA, 2018) divide as funções reguladoras em duas categorias.

Funções principais (ou núcleo):

- Desenvolvimento de normas ou requisitos;
- Avaliação de segurança de instalações ou atividades;
- Emissão de permissão, autorização ou licença;
- Inspeção de instalações ou atividades;
- Coerção;
- Preparação e resposta a emergência;
- Comunicação com o público e partes interessadas.

Funções secundárias (ou de apoio), entre as quais se destacam:

- Suporte administrativo;
- Assistência legal;
- Comitês consultivos;
- Pesquisa reguladora;
- Provisão para contratação de suporte técnico externo, se necessário;
- Interlocução e cooperação internacional (inclui acordos e tratados; comitês).

Devido ao alto grau de consenso internacional sobre essas funções reguladoras e à aderência da legislação da CNEN às mesmas, o presente trabalho tomou como ponto de partida as funções principais, buscando os indicadores mais adequados para medir a efetividade de suas implantações.

3.1.2 As atribuições e os objetivos das funções reguladoras principais

As atribuições e os objetivos mais relevantes das funções reguladoras principais, segundo a IAEA (2016a e 2018), são:

A) Desenvolvimento de Normas ou Requisitos

O desenvolvimento de Normas ou Requisitos é a primeira função a ser exercida por um regulador e é a base para as funções de avaliação de segurança, inspeção e coerção.

Um regulador deve possuir um sistema de regulação que estabeleça requisitos e critérios associados com o objetivo de garantir a proteção do público e do meio ambiente, por meio de normas obrigatórias ou recomendações (guias) que devem se basear em uma abordagem gradativa, de modo que a aplicação dos requisitos seja proporcional aos riscos associados ao tipo de instalação ou atividade.

A regulação tem como objetivo secundário garantir um controle estável, consistente e sem ambiguidades, de forma a permitir uma ação reguladora homogênea e criar confiança junto às partes interessadas.

Um sistema de regulação deve ter um caráter dinâmico baseado na melhoria contínua das normas e recomendações (ou guias) motivadas pelo uso de novas tecnologias, pesquisas, experiências operacionais, fóruns ou recomendações internacionais, entre outros.

O processo de elaboração ou revisão dos requisitos reguladores deve conter consulta às partes interessadas e ser objeto de ampla divulgação.

Alguns reguladores utilizam uma estratégia de regulação prescritiva, outros uma baseada em desempenho. O que se nota, na prática, é que mesmo aqueles reguladores que adotam uma abordagem baseada em desempenho possuem requisitos prescritivos. HOPKINS (2011) advoga que as duas estratégias coexistem e são complementares e não contraditórias, e que o cumprimento de requisitos é um componente vital de qualquer estratégia de segurança.

B) Avaliação de Segurança de Instalações ou Atividades

O órgão regulador deve avaliar as informações relevantes quanto à segurança para verificar se instalações e atividades atendem aos requisitos reguladores e às condições

estabelecidas nas licenças ou autorizações. Tais avaliações devem ser realizadas antes da emissão de licenças ou autorizações e durante toda o ciclo de vida da instalação ou atividade.

Durante a vida útil de uma instalação pode ser necessária uma reavaliação da segurança motivada pelo operador ou por demanda do regulador. O regulador deve estabelecer critérios para quais modificações de projeto da instalação devem ser passíveis de autorização prévia.

O processo de avaliação de segurança é uma análise crítica, por meio de abordagens determinísticas ou probabilísticas, realizada pelo órgão regulador, das informações apresentadas pelo licenciado ou informações que vêm de inspeção, relatos de eventos ou experiência operacional, em nível nacional e internacional, além de outras informações relevantes à segurança.

A avaliação de segurança pode ser complementada por inspeções para verificar “in loco” informações prestadas pelo licenciado ou para realizar exames ou medições que apoiem as decisões do regulador.

O processo de avaliação de segurança deve ser objeto de procedimentos internos que regulamentem o processo de avaliação, seus objetivos, suas conclusões, incluindo um relatório ou parecer formalmente registrado.

Os resultados das avaliações podem gerar tanto ações coercitivas quanto demandar melhorias nos processos reguladores

C) Emissão de Permissão, Autorização ou Licença (Atos de Licenciamento)

Toda instalação ou atividade que envolva o uso de radiação ionizante deve ser previamente aprovada pelo órgão regulador por meio de atos de licenciamento tais como permissão, autorização ou licença, exceto quando a mesma for explicitamente isenta de tal aprovação.

O objetivo de emitir um ato de licenciamento é estabelecer um efetivo controle regulador durante toda a vida útil de uma instalação ou atividade.

Os requisitos para solicitação de autorização ou licença devem ser claramente estabelecidos pelo regulador, assim como o tipo e detalhamento das informações de segurança a serem apresentadas por ocasião da solicitação.

O processo de emissão de permissão, autorização ou licença é o meio formal pelo qual as responsabilidades do operador ficam claramente conectadas ao arcabouço legal e deve requerer garantias de que o operador cumprirá todos os requisitos de segurança e pode conter condicionantes a serem atendidas durante a sua vigência. A emissão de atos de licenciamento deve ser precedida de uma avaliação de segurança com abrangência proporcional aos riscos radiológicos envolvidos e o regulador deve embasar formalmente suas decisões.

O escopo do ato de licenciamento, seu período de validade, os limites e controles operacionais e suas condicionantes devem estar claramente definidos.

Um ato de licenciamento pode ser revisto, emendado, suspenso ou revogado, desde que devidamente justificado.

D) Inspeção de Instalações ou Atividades

As inspeções têm como objetivo verificar o nível de segurança da instalação ou atividade e se o licenciado ou seus contratados atendem aos requisitos reguladores e às condições especificadas nos atos de licenciamento pertinentes.

As inspeções podem ser programadas ou reativas, anunciadas ou não, e devem ter abrangência e periodicidade proporcionais aos riscos associados ao tema inspecionado.

O regulador deve estabelecer um programa de inspeções que cubra todas as áreas de responsabilidade de supervisão pelo regulador, para cada tipo de instalação ou atividade licenciada.

O programa de inspeções deve ser sistematicamente atualizado levando em consideração os resultados das inspeções já realizadas, das avaliações de segurança, da experiência operacional interna ou externa e de lições aprendidas.

O regulador deve possuir procedimento interno para planejamento, preparação, condução e relato das inspeções, incluindo prazos e distribuição de seus relatórios.

Para o alcance de seus objetivos uma inspeção pode se utilizar de observações, entrevistas, exames, medições, testes ou verificações de procedimentos e registros do sistema de gestão do operador, de forma individual ou em conjunto.

As inspeções devem registrar seus resultados, incluindo as necessidades de ações corretivas. Os resultados da inspeção devem ser enviados ao operador e servir de retroalimentação do processo regulador.

As verificações de implantação de ações corretivas pelo operador podem ser verificadas por meio de inspeções de seguimento ou por avaliação de documentação comprobatória encaminhada pelo operador.

E) Coerção

O regulador deve possuir uma política de coerção estabelecida em arcabouço legal para responder às não-conformidades do licenciado, de maneira proporcional às suas significâncias para a segurança e que demande uma avaliação de suas causas para garantir a efetividade das ações corretivas e evitar recorrência.

O objetivo da coerção é prover um alto nível de garantia de que os licenciados atendam aos requisitos de segurança e que não-conformidades sejam identificadas e corrigidas.

As ações coercitivas podem envolver notificações verbais ou escritas, imposição de requisitos adicionais, advertências, multas e até a suspensão ou revogação de ato de licenciamento. A escolha pelo tipo de coerção a ser aplicada deve levar em consideração fatores, tais como: impacto na segurança, recorrência, a intencionalidade e a notificação prévia da violação pelo operador, o desempenho anterior do operador e suas tendências.

As ações coercitivas que demandem ações corretivas devem ter prazos e o regulador deve confirmar as suas implantações.

O regulador deve dar amplo direito de defesa e contestação aos licenciados, em relação às sanções aplicadas.

O regulador deve estabelecer procedimentos para a implantação do processo de coerção e sua divulgação, incluindo as atribuições das pessoas ou unidades organizacionais responsáveis pelos atos de coerção e julgamento de possíveis contestações.

F) Preparação e Resposta a Emergência

A função reguladora referente à preparação e resposta a emergência é a que mais tem interfaces e interdependências com organizações externas, sendo que o regulador desempenha apenas uma parte das ações pertinentes ao planejamento e enfrentamento de emergências nucleares. Normalmente, os governos estabelecem um sistema nacional que agrega diversos órgãos envolvidos na preparação e resposta, tais como: regulador, defesa civil, polícia, forças armadas, comunicação, infraestrutura, entre outros.

No tocante à preparação, além de elaborar requisitos reguladores referentes ao tema, avaliar os planos de emergência dos operadores e fiscalizar a disponibilidade das provisões necessárias, o regulador deve participar ativamente das discussões e decisões do sistema nacional de emergência e dos exercícios de emergência. Além disso, o regulador deve estabelecer procedimentos e manter a infraestrutura necessária para a realização de suas atribuições durante uma emergência;

Entre as principais responsabilidades do regulador durante emergências estão:

- (a) acompanhar e avaliar as medidas técnicas tomadas pelo operador para encerrar a emergência ou mitigar suas consequências;
- (b) ratificar a classificação da emergência atribuída pelo operador;
- (c) garantir que as provisões de emergência da instalação estejam em prática na instalação;
- (d) assessorar as organizações envolvidas nas respostas fora da instalação afetada, fazendo o prognóstico dos possíveis impactos radiológicos e recomendando ações preventivas ou de mitigação;
- (e) prover ou coordenar ações de monitoração das possíveis áreas afetadas pela emergência;
- (f) fazer as notificações à IAEA.

G) Comunicação com o Público e Partes Interessadas

O regulador deve prover meios de informação e consulta às partes interessadas e ao público sobre os riscos associados às instalações e atividades e sobre as suas decisões.

O regulador deve estabelecer uma relação construtiva com relação:

- (a) à comunicação com as partes interessadas e com o público sobre as suas decisões e suas justificativas;
- (b) à comunicação direta com autoridades governamentais quando for necessário para o desempenho de suas funções;
- (c) à comunicação com o setor público e privado conforme apropriado;
- (d) a disponibilizar informações sobre incidentes ou acidentes para as partes interessadas, órgãos governamentais, organizações internacionais e para o público.

O regulador deve desenvolver uma estratégia de comunicação e consulta às partes interessadas e ao público compromissadas com a receptividade e transparência, mantendo a devida proteção das informações sensíveis.

Além dos atributos específicos para reguladores nucleares descritos acima, o governo brasileiro adota mecanismos de solicitação de informação aos órgãos públicos pelo cidadão, por meio do Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão, e, particularmente, a CNEN possui em seu sítio eletrônico o canal “Fale Conosco” onde informações podem ser solicitadas.

3.1.3 Áreas Transversais

Áreas transversais são atividades ou condições que afetam vários elementos que suportam diretamente um determinado tema. Para o caso de reguladores, áreas transversais podem ser definidas como atividades que afetam duas ou mais funções reguladoras e muitas delas são consideradas funções reguladoras secundárias, pela IAEA (2018).

São vários os exemplos de áreas transversais que impactam um regulador: recursos humanos, treinamento, recursos materiais, orçamento, políticas e diretrizes, sistema de gestão, cultura de segurança etc. Como será discutido mais adiante, apenas aspectos relativos à consequência devem ser objeto de indicadores, assim, analogamente, apenas áreas transversais que impactem diretamente as funções reguladoras devem ser levadas em consideração na determinação de indicadores.

Além disso, há inúmeros fatores organizacionais e humanos que podem impactar negativamente a efetividade reguladora tais como: pressão política ou econômica, complacência, negligência, desmotivação do pessoal, ambiente de trabalho ou salários

inadequados etc., mas, como aponta CARVALHO (2009), tais fatores, na grande maioria, são causas que podem afetar mais de um indicador, mas podem, também, ser consequências. Portanto, tais fatores não são usualmente medidos por indicadores e, geralmente, aparecem como fruto de uma avaliação formal de causas de fraco desempenho de indicadores mais específicos.

LAZZARINI (2013) recebeu a seguinte resposta de um gerente de alto escalão, em pesquisa sobre uso de indicadores: “Os indicadores são o termômetro da empresa. Mas eu posso ter a febre e não reconhecer a doença”.

Ao discorrer sobre as dificuldades para se ter indicadores de cultura de segurança MONTEIRO (2014) conclui que somente os comportamentos visíveis são passíveis de monitoramento via indicadores. Uma vez identificada uma degradação nesses comportamentos, uma análise mais aprofundada deve ser realizada, a fim de que as causas do declínio possam ser estabelecidas e medidas corretivas adequadas possam ser adotadas.

Assim, conclui-se que a maioria das funções secundárias e das áreas transversais não devem ser objeto de indicadores, pois usualmente são causas, e não consequências da efetividade.

3.1.4 Eficácia ou Efetividade (do Regulador)

Para se estabelecer indicadores, é preciso determinar claramente o que se quer medir, ou seja, quais informações se buscam com o grupo de indicadores escolhidos. Para isso devemos discutir os conceitos de efetividade, eficácia e eficiência, dado que não há, na literatura, uma distinção inequívoca, principalmente quanto à diferença entre eficácia e efetividade.

CASTRO (2006), num estudo sobre esses conceitos, mostra que, eficiência é definida homogeneamente como a execução de uma atividade ou processo com a menor quantidade de recursos (humanos e materiais) possíveis. É, portanto, associada à economicidade, já que visa o melhor aproveitamento dos recursos.

Como já descrito na Seção 1.4, a eficiência não é objetivo deste trabalho, já que usualmente há órgãos de controle que a monitoram usando técnicas e métricas específicas.

A eficácia é mais usualmente definida como o alcance dos objetivos ou das metas programadas (ISO, 2015, SANDRONI, 1996, CHIAVENATO, 2004), ou seja, o cumprimento daquilo que foi planejado. Por outro lado, há autores que definem eficácia como, simplesmente, fazer corretamente uma atividade (MEGGINSON et al, 1998, apud CASTRO, 2006).

Os termos eficácia e efetividade são muito utilizados em medicina. SINGAL et al. (2009) definem efetividade como a capacidade que uma intervenção tem de produzir um resultado desejado na prática e eficácia como o alcance desse resultado em condições ideais, normalmente em laboratório. Ou seja, para ser efetiva, uma intervenção não basta ter sido testada e aprovada, mas sua utilização deve significar a melhora de um paciente específico.

Já no campo da administração, SULBRANDT (1993, apud SANO E MONTENEGRO Fº, 2013) agrupa as experiências avaliativas de programas em três metodologias básicas: avaliação de metas (eficácia); avaliação de impacto (efetividade); e avaliação do processo (eficiência). SOUZA (2008, apud SANO E MONTENEGRO Fº, 2013) cita que a efetividade é percebida mediante a avaliação das transformações ocorridas a partir da ação; a eficácia resulta da relação entre metas alcançadas versus metas pretendidas e a eficiência significa fazer mais com menos recursos.

Diante da diversidade de conceitos e campos de aplicação, por vezes até conflitantes, o presente trabalho adota a definição de SANDRONI (1996) para efetividade: “Efetividade é a expressão do desempenho de uma organização em função da relação entre os resultados alcançados e os objetivos propostos ao longo do tempo”.

A escolha pela definição acima se deve ao fato de que ela dá a ideia do alcance dos objetivos, que vai além das metas estabelecidas, sendo que, no caso de um regulador nuclear, o objetivo principal é a segurança nuclear, que não pode ter uma meta diretamente associada à efetividade reguladora como será abordado na Seção 3.1.6.

3.1.5 A distinção entre Operadores e Reguladores no alcance da Segurança

Os reguladores não alcançam a segurança. A sua responsabilidade é observar o nível de segurança alcançado pelos operadores, fazer um julgamento sobre a sua adequação e, se necessário, tomar as medidas cabíveis (NEA, 2008).

A busca da segurança pelo regulador está alicerçada no estabelecimento de requisitos reguladores adequados, avaliação de segurança do projeto e na fiscalização da manutenção das bases de licenciamento, que fazem parte de suas funções principais.

Nada que o regulador faça deve minimizar a distinção fundamental entre as responsabilidades do operador e as do regulador (NEA, 2008). É consenso internacional que a responsabilidade primária pela segurança é do operador (IAEA, 2006).

As investigações independentes sobre o acidente de Fukushima apontam entre as principais causas as falhas sistemáticas do operador e as fraquezas no regime regulador, e que o acidente foi resultado de conivência entre o governo, os reguladores e o operador; e da falta de governança dessas instituições (NAIIC, 2012). Assim, conclui-se que é necessário se ter operadores e reguladores igualmente confiáveis.

3.1.6 Os resultados do operador na avaliação da efetividade do regulador

A efetividade do regulador para o alcance da segurança não está diretamente relacionada ao desempenho operacional das instalações, ou seja, um bom desempenho operacional não é garantia da efetividade do regulador, assim como um fraco desempenho operacional não necessariamente aponta uma deficiência reguladora, ainda que geralmente estes tenham uma forte relação.

Assim, é necessário buscar uma forma de avaliar a relação da efetividade reguladora com o desempenho operacional das instalações e incorporá-la no sistema de indicadores.

3.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

3.2.1 Conceituação

MIRANDA (1999, apud VALENTIN, 2002) define dados como um conjunto de registros qualitativos ou quantitativos conhecido, que quando organizado agrupado, categorizado e padronizado adequadamente, transforma-se em informação, que é útil à tomada de decisão.

Indicador é uma medida, geralmente quantitativa, daquilo que se quer verificar e quando se agrupam indicadores de forma correta e eles podem ser comparados com metas ou objetivos, obtendo-se uma medida do desempenho de uma área específica ou de toda uma organização.

HOLLNAGEL (2004, apud CARVALHO, 2009) advoga a crença de que sempre haverá variabilidade nos sistemas complexos e, portanto, monitorar o desempenho desses sistemas é a melhor opção para detectar as variabilidades indesejáveis de forma precoce.

Em função disso, no caso de atividades de risco, é importante ter indicadores que antecipem desempenhos inaceitáveis, já que há casos de indicadores cujos resultados antecipam causas de outros indicadores. Essa distinção, entre indicadores que medem consequência e aqueles que antecipam causas, caracteriza respectivamente os indicadores reativos e proativos.

VALADARES (2002, apud Damiani, 2004) afirma que: “objetivos e metas devem possuir indicadores para acompanhamento e avaliação e que reforçam essa opinião os novos modelos de qualidade, que se baseiam nos indicadores de desempenho para permitir qualificações e certificações”. As versões das ISO e o Prêmio Nacional de Qualidade são exemplos claros de total dependência da implantação e do bom uso de indicadores de desempenho, mas obviamente ambos não se resumem a isso.

MARTINS & MELO (1998, apud CAMPOS et al., 2012) destacam que os indicadores são um meio para auxiliar a gestão e não um fim em si mesmos.

Do acima exposto, conclui-se que é importante haver indicadores que meçam a realização das atividades necessárias para o alcance dos objetivos e indicadores que meçam os resultados alcançados. Os primeiros devem medir o grau de implantação das funções reguladoras relacionadas diretamente à segurança em relação ao planejado e os últimos devem estar associados aos resultados dessas ações e ao desempenho operacional das instalações licenciadas. É importante salientar que, para determinadas funções, é muito difícil e dispendioso avaliar os resultados alcançados por meio de indicadores. Nesses casos, torna-se ainda mais importante levar em consideração o desempenho do operador.

3.2.2 Atributos

GONÇALVES et al. (2011) apresentam uma síntese sobre os atributos desejáveis para indicadores, onde se destacam aqueles associados aos acrônimos SMART (*specific, measurable, attainable, relevant, time-related*) e CREAM (*clear, relevant, economic, adequate, monitorable*).

SMART refere-se a indicadores que são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e relacionados a um período de tempo. Especificidade é a qualidade do indicador que não tem um escopo amplo ou genérico, portanto, não conduz a interpretações duvidosas ou à perda de foco, nem tem metas impossíveis de serem alcançadas pelas ações que compõem o programa. Mensurável é o indicador passível de ser medido, logo ele pode ser acompanhado e monitorado. Atingível é o indicador cujas metas são realistas e viáveis, ou seja, passíveis de serem atingidas com os recursos humanos e materiais disponíveis. Por fim, todo indicador deve ser relacionado a um período de medição ou monitoramento.

CREAM preconiza indicadores claros (precisos e inequívocos); relevantes (adequados ao tema e capazes de medir o que se pretende medir); econômicos (disponíveis a custo razoável); adequados (fornecem uma base suficiente para avaliar o desempenho do programa); e monitoráveis (passíveis de validação independente). Indicadores CREAM devem refletir os resultados de maneira direta. Eles devem ser capazes de medir o objetivo de forma suficientemente precisa, serem válidos teórica e praticamente, permitirem uma coleta de dados efetiva e serem sensíveis a mudanças nos resultados.

Em MPOG (2012) encontramos os seguintes atributos associados a indicadores:

- Propriedades Essenciais: Utilidade (necessidades dos decisores), Validade (manter significância ao longo do tempo), Confiabilidade (origem em fontes confiáveis e transparentes) e Disponibilidade (fácil obtenção).
- Propriedades Complementares: Simplicidade (quanto à manutenção e ao entendimento) Clareza (uso de variáveis básicas), Sensibilidade (às mudanças decorrentes das intervenções realizadas), Desagregabilidade: (representação regionalizada), Economicidade (custo-benefício para obtenção favorável), Estabilidade (capacidade de estabelecimento de séries históricas que permitam comparações) e Mensurabilidade (maior precisão possível e sem ambiguidade).

- Outros aspectos a serem considerados: Publicidade, Temporalidade e Factibilidade (viabilidade econômica).

RUA (2005 apud ARAÚJO, 2006), num trabalho específico para estabelecimento de indicadores em usinas nucleares, aponta os seguintes atributos desejáveis:

- Adaptabilidade (capacidade de mudanças)
- Representatividade (captação do que se pretende avaliar)
- Simplicidade (quanto à manutenção e ao entendimento)
- Rastreabilidade (identificação da origem e composição)
- Disponibilidade (acesso à coleta de dados)
- Economia (custo-benefício para obtenção favorável)
- Praticidade (utilidade na tomada de decisão)
- Estabilidade (capacidade de estabelecimento de séries históricas que permitam comparações)
- Confiabilidade (origem em fontes confiáveis)
- Clareza e objetividade (informações necessárias para a geração do indicador claramente definidos).

Embora com abrangências e nomenclaturas diferentes, percebe-se uma consistência entre os atributos apresentados, mas destaca-se que apenas os indicadores SMART têm, explicitamente, atributos relacionados a metas. Segundo GONÇALVES et al. (2011), um indicador ótimo deveria, idealmente, atender todas essas diretrizes (atributos), mas, na verdade, atenderá ao maior número possível. A realidade restringe as opções e impede que seja sempre implantado o modelo ideal. Na impossibilidade de se trabalhar com indicadores que possuam todas as características desejáveis, admitem-se os limitados.

GONÇALVES et al. (2011) também destacam que as metas devem ser, simultaneamente, pertinentes, realizáveis e desafiadoras. Essas características são prementes em um modelo de gestão para resultados. Deve-se buscar, para cada indicador, uma meta que combine o desafio, que motiva, e a factibilidade, que evita a desistência.

É importante que o indicador seja tratado estatisticamente, com o objetivo de se ter uma análise de tendências do desempenho, possibilitando, assim, a antecipação de medidas corretivas ou ajustes antes que o desempenho esteja comprometido.

Cuidados devem ser tomados para que os indicadores não sejam gerenciados por si só, ou seja, manipulações, intencionais ou não, que visem o alcance do resultado, sem a busca da real condição daquilo que se quer medir.

Do acima exposto, conclui-se que, entre tantos elementos a serem considerados na elaboração de um sistema de indicadores, o estabelecimento de metas é o mais sensível, pois os resultados do processo de monitoração devem ser comparados com critérios de aceitação que deem aos gestores informações de quão satisfatória ou inaceitável está a efetividade da ação reguladora, de modo a possibilitar possíveis correções.

3.2.3 Indicadores Compostos

O agrupamento é uma forma de combinar indicadores, de maneira a permitir uma visão mais global do desempenho do que se pretende medir, sumarizando dados complexos e facilitando a tomada de decisão.

A IAEA (2000, apud CARVALHO, 2009) divide os indicadores em 4 níveis (Específicos, Estratégicos, Globais e Atributos da Segurança Operacional). PASMÁN & ROGERS (2013) também utilizam 4 níveis de indicadores (Específicos, Chaves, Atividades e Elementares) e RODRIGUEZ et al. (2010) usam 3 níveis (Operacional, Tático e Estratégico). CARVALHO (2009) propôs 3 níveis de indicadores para avaliar a efetividade da gestão da segurança em usinas nucleares (Específicos, Estratégicos e Globais).

O nível de agrupamento de dados deve levar em consideração se os indicadores escolhidos são agregados o suficiente para serem abrangentes, mas desagregados o suficiente para que sejam detalhados (JACOBS et al., 2004).

SAQIB & SIDDIQI (2008, apud CARVALHO, 2009) cita que o nível de indicadores pelo qual os gerentes podem se interessar depende do seu grau hierárquico. Por exemplo, o gerente corporativo pode estar interessado apenas nos atributos ou, no máximo, nos indicadores globais. O gerente da planta pode estar interessado também nos

indicadores estratégicos, enquanto aos supervisores interessam os indicadores específicos.

Agrupamento consiste em determinar um valor ao indicador composto, também conhecido como indicador integrado ou número índice, que reflita de uma maneira coletiva e sintética o estado dos indicadores pertencentes ao nível imediatamente abaixo (PODGÓRSKI, 2015). Assim, sucessivamente, podem-se agrupar conjuntos de indicadores num processo de baixo para cima (*bottom-up*), seja por meio de médias aritméticas, ponderações ou outras técnicas matemáticas. Obviamente, atenção especial deve ser dada ao fato de que nem todos os indicadores apresentam a mesma métrica, sendo a normalização a técnica mais usual para contornar tal particularidade.

Entre vários exemplos de indicadores compostos, podemos destacar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH, 2010), que é uma medida resumida do desenvolvimento humano, por meio do agrupamento de três dimensões básicas: renda, educação e saúde, sendo a primeira medida em valor monetário (renda per capita) e as duas últimas em tempo (expectativa de vida e anos de escolaridade).

As diferentes dimensões do desempenho medido em diferentes escalas (que são então transformadas em uma escala comum) precisam ser combinadas de forma significativa. Segundo JACOBS et al. (2004), isso dá origem a algumas questões: Quais pesos serão aplicados aos indicadores individuais? Como esses pesos serão atribuídos? E, finalmente, quais regras de decisão serão aplicadas para combinar os indicadores transformados em um indicador composto?

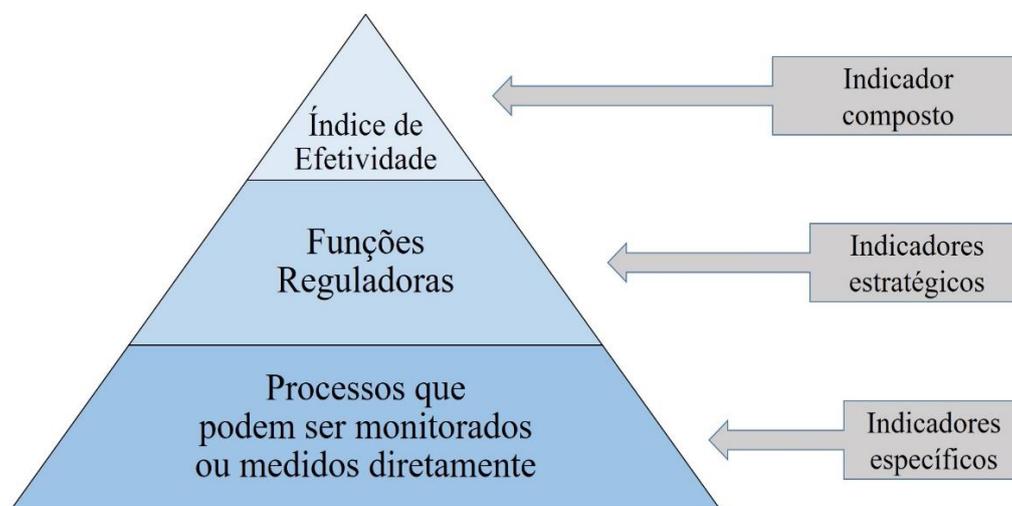


Figura 3.1 - Agregação dos indicadores

O presente trabalho utilizou 3 (três) níveis de agregação dos indicadores apresentados na Figura 3.1 e buscou agregar os indicadores por meio de elicitação de especialistas, que será fundamentada a seguir.

3.3 ELICITAÇÃO DE ESPECIALISTAS

Como visto na revisão bibliográfica, Seção 2.3, a elicitação de especialistas é amplamente utilizada para tratar preferência, inferência, classificação ou julgamento, quando não se tem dados suficientes sobre um determinado tema ou quando a obtenção desses dados tem um custo-benefício inadequado ou inaceitável. Seu campo de aplicação é extenso, envolvendo os campos da engenharia, ciências naturais e humanas, economia, sociopolítica e medicina, entre outras.

Seu início, como um processo formal e estruturado, foi na década de 50 e desde então vem se aperfeiçoando e ampliando sua utilização.

3.3.1 Características

Segundo COOKE & GOOSSENS (2000), o objetivo da aplicação de métodos estruturados à opinião de especialistas é aprimorar o consenso racional. Os princípios metodológicos necessários para alcançar esse objetivo são:

- **Reprodutibilidade / responsabilidade:** todos os dados, incluindo os nomes e avaliações de peritos, e todas as ferramentas de processamento devem estar abertos à revisão por pares e os resultados devem ser reprodutíveis, por revisores competentes.
- **Controle empírico:** avaliações de especialistas quantitativas devem estar sujeitas a controles de qualidade empíricos.
- **Neutralidade:** o método para combinar e avaliar as opiniões de especialistas deve encorajar os especialistas a afirmarem as suas verdadeiras opiniões e não deve distorcer os resultados.
- **Imparcialidade:** os peritos não devem ser pré-julgados, antes de processar os resultados das suas avaliações.

Ainda que alguns autores apresentem diferenças superficiais, o processo de elicitação de opinião de especialistas apresenta sete passos básicos desejáveis (SIMOLA et al., 2005):

1) Identificação do caso a ser estudado e seleção dos temas a serem avaliados pelos especialistas - Neste passo, deve-se preparar um material de referência sobre o assunto, uma exposição de motivos para a realização do trabalho, especificação do que deve ser avaliado e da forma como fazê-lo e elaboração de questionário consistente com a base de conhecimento dos especialistas.

2) Identificação e seleção dos especialistas - Conforme COOKE & GOOSSENS (1999), a seleção de especialistas deve ser baseada em reputação, experiência prática, publicações, familiaridade com conceitos de incertezas, diversificação de experiências, premiações, visão abrangente, interesse e disponibilidade em participar do projeto.

Devem ser garantidas, tanto quanto possível, independência e diversidade entre os especialistas, contando com especialistas técnicos (aqueles que têm conhecimento sobre a grandeza/variação a ser avaliada) e normativos (aqueles que têm habilidade em expressar suas posições de maneira probabilística). Nos processos mais complexos, e dependendo dos recursos disponíveis, deve ser designada uma equipe para a condução das atividades, que pode incluir facilitadores, integradores, avaliadores e revisores independentes.

3) Treinamento dos especialistas - De forma a homogeneizar entendimentos e promover a familiarização com o processo, deve ser realizado um treinamento com todos os envolvidos.

4) Trabalho individual dos especialistas - Depois da harmonização entre os especialistas, cada membro da equipe deve elaborar sua avaliação de forma individualizada e documentada. Este trabalho pode durar horas ou dias, dependendo da complexidade da avaliação (COOKE & GOOSSENS, 1999).

5) Elicitação - Após a conclusão da avaliação individual, os especialistas são convocados para a elicitação, onde há a oportunidade de se discutir diferentes abordagens utilizadas, sem necessariamente expressar resultados individuais. Após a troca de informações, cada especialista deve ser entrevistado individualmente e, ao final, ele deve apresentar sua “opinião”.

6) Análise e consolidação dos resultados - Deve-se eleger um método de agrupamento adequado, que utilize ponderação e calibração entre as várias opiniões (SIMOLA et al., 2005), para avaliar e consolidar os resultados individuais.

7) Documentação dos resultados - Devem fazer parte da documentação final a descrição de todos os passos anteriores e seus resultados, além das justificativas para o resultado final, suas conclusões e alcance dos objetivos propostos no trabalho.

Sabe-se que, dependendo do escopo do trabalho, vários passos são adaptados de forma a contornar questões de disponibilidade de recursos humanos, financeiros e do tempo disponível. No seguimento dos passos acima, deve ser levada em consideração a importância daquilo que é elicitado, ou seja, no caso de determinação da probabilidade de ocorrência de um evento catastrófico, o rigor do estudo deve ser muito maior do que no estabelecimento de indicadores de gestão.

MEYER & BOOKER (2001) citam que os métodos usados para a elicitación de especialistas variaram amplamente, mesmo dentro de campos específicos, como análise de risco e aquisição de conhecimento, e listam os fatores que afetam o modo como o julgamento de um especialista pode ser apurado, em situações particulares:

- Tipos de informações que os especialistas devem prover (apenas respostas ou fornecimento de dados);
- A forma como a resposta do especialista é dada (múltipla escolha, descritiva, ou atribuição de valor relativo);
- Número de especialistas disponíveis;
- Interação desejada entre os especialistas (anonimato ou defesa de opinião);
- Dificuldades em definir o problema (o que se quer eliciar);
- Quantidade de tempo e envolvimento necessários para os especialistas realizarem a tarefa;
- Tempo e recursos disponíveis para a realização do estudo;
- Preferências metodológicas de coleta, processamento e interpretação dos dados elicitados.

3.3.2 Métodos de Elicitação por Especialistas

Segundo GOOSSENS et al. (2008) o julgamento estruturado de especialistas sempre desempenhou um papel importante na ciência e na engenharia. Cada vez mais, ele é reconhecido como outro tipo de dado científico, e métodos são desenvolvidos para tratá-lo como tal.

São diversos os métodos ou técnicas de elicitação desenvolvidos, que se diferenciam na estruturação, na forma ou nas premissas.

De maneira esquemática, os tipos de elicitação de especialistas são representadas na Figura 3.2.

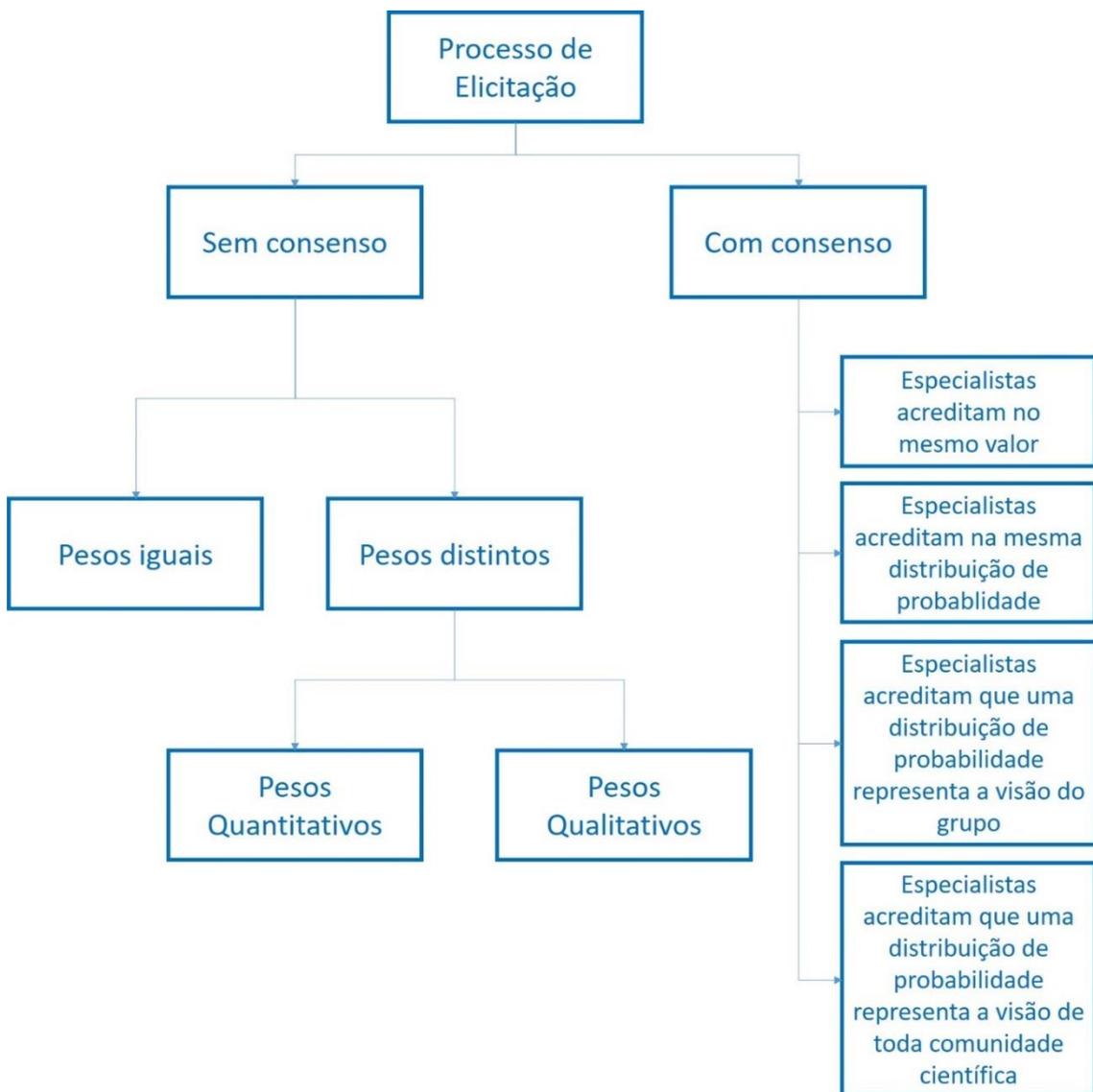


Figura 3.2 - Tipos de Elicitação de Especialistas. Fonte: AYYUB (2010)

A agregação ou combinação dos resultados disponibilizados individualmente pelos especialistas é geralmente feita por meio de alguma regra matemática, e pode variar desde uma simples média aritmética, onde cada especialista tem o mesmo peso, ou por ponderação, baseada em critérios de diferenciação entre os especialistas, conforme apresentado mais adiante na descrição do Método Clássico de Cooke.

Segundo GOSLING (2014), apesar de parecer democrática, a utilização de pesos iguais pode levar a consequências indesejáveis como favorecimento de escolas de pensamento ou à inclusão de julgamento de indivíduo que não tem muito a contribuir. Essa ideia também é compartilhada por Cooke.

SIMOLA et al. (2005) apontam, como um comentário geral sobre ponderação entre especialistas, que embora seja completamente lícito, muitos autores aconselham o uso de pesos iguais para os especialistas.

Num trabalho que compara os resultados de diferentes possibilidades de elicitação utilizando técnicas de validação cruzada, FLANDOLI et al (2011) mostram que a utilização de pesos iguais ainda consegue um bom desempenho em uma grande quantidade de casos e que há uma grande variabilidade na calibração dos especialistas, para a determinação de pesos diferenciados. Ao final, concluem que uma média aritmética simples das distribuições de probabilidade avaliadas é um método de combinação razoável, que funciona bem empiricamente em comparação com outros métodos típicos de agregação de opinião de especialistas.

Entre os vários métodos elicitação disponíveis, serão apresentados os mais relevantes para a presente proposta, a saber:

- Método Delphi
- Método Clássico de Cooke
- SHELF (Sheffield Elicitation Framework)

Além dos métodos acima foi pesquisado o método Processo Analítico Hierárquico que é um método utilizado para priorização ou cálculo de importância relativa entre critérios envolvidos numa análise. Embora esse método não seja método de elicitação por especialistas, sua utilização permite a determinação dos pesos relativos entre os indicadores a serem agrupados.

Método Delphi

Conforme já visto no histórico apresentado em 2.3.2, o método Delphi (LINSTONE & TUROFF, 1975) foi desenvolvido na década de 50, sendo modificado ao longo dos anos e utilizado em milhares de aplicações. Esse método interativo apresenta, como característica marcante, a busca pelo consenso e o anonimato dos especialistas. No entanto, as posições dos especialistas são anonimamente divulgadas para possibilitar a revisão de um especialista, baseado em argumentos considerados importantes, permitindo, assim, através de sucessivas rodadas de revisão, o alcance do consenso. A Figura 3.3 os passos do método.

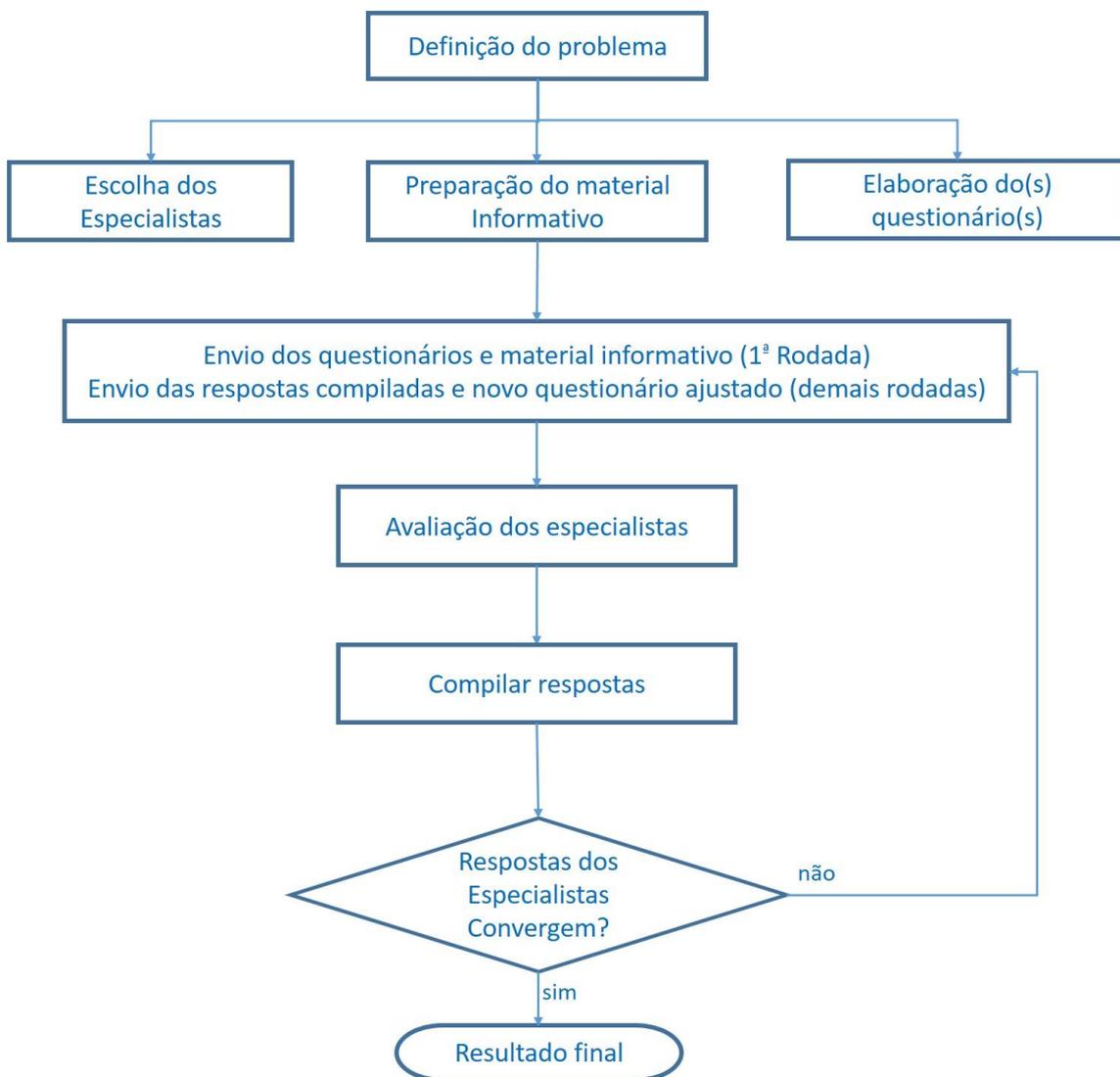


Figura 3.3 - Fluxograma do Método Delphi, adaptado de MUNARETTO et al. (2013)

Com vistas a obter os resultados esperados, num primeiro momento, podem ser elaborados dois questionários: o primeiro, referente a questões objetivas, e o segundo, composto por questões discursivas, de modo a permitir críticas dos especialistas e considerações a respeito do objeto a ser elicitado ou ao próprio questionário em si. As rodadas subsequentes devem ser reestruturadas, levando-se em consideração os resultados dessa primeira rodada.

Ainda que seja uma elicitação de especialistas, é muito importante que, antes de responder ao questionário, seja disponibilizado um material informativo sobre os objetivos do trabalho, a motivação e a aplicabilidade do mesmo e as limitações ou prazos, para possibilitar um entendimento homogêneo do tema. Essa atividade pode ser feita de forma individual ou coletiva, presencial ou remota.

O pesquisador compila os resultados, remetendo-os a cada especialista, podendo ou não incluir um relatório. Os respondentes são solicitados a revisar suas previsões, submetendo-as à comparação com os argumentos de suporte. O processo se encerra quando o consenso ou uma convergência aceitável forem atingidos entre os participantes. A aplicação do método pode ser feita por correio ou via terminais de computador, o que implica em redução de custos, por vezes substancial, se comparado aos métodos que exigem interação presencial entre os especialistas.

Verifica-se que o anonimato dos especialistas é um fator que reduz o viés de adesão ou de grupo, também conhecido por “*Bandwagon Effect*”, pois é sabido que algumas pessoas têm tendência em aderir ao pensamento do grupo e que alguns especialistas podem influenciar seus pares, seja por eloquência, seja por ascendência social, profissional ou institucional.

Como desvantagem, pode-se citar que a falta de uma interação direta entre os especialistas demanda maior conhecimento do(s) responsável(is) pela elaboração dos questionários e pela compilação das respostas, no tema em discussão. O método pode exigir um grande número de rodadas e cuidados devem ser tomados para que a necessidade de consenso não leve à criação de um consenso forçado ou artificial, por meio da exclusão dos pontos de discordância.

Em MUNARETTO et al. (2013) podem-se encontrar as informações adicionais sobre o Método Delphi.

Método Clássico de Cooke

O Método Clássico desenvolvido pela Delft University, também conhecido como Método Clássico de Cooke, é fortemente baseado em duas medidas determinadas empiricamente (COOKE & GOOSSENS, 1999): Calibração e Informatividade (do inglês, informativeness).

A calibração tem a intenção de medir a proficiência do especialista em determinar o parâmetro a ser elicitado e antecede a elicitacão propriamente dita. O processo é feito por meio da avaliação pelos especialistas de variáveis de calibração (*seed variables*) cujas respostas são conhecidas pelo(s) responsável(is) pela elicitacão. Baseada nas estimativas dadas pelos especialistas, estes são ponderados em relação aos seus acertos, estabelecendo-se, assim, o Coeficiente de Calibração (C).

Nesse processo, um especialista pode ser desprezado se não atingir um limite mínimo de desempenho. A ideia é que, quanto maior a perícia de um especialista, maior é a chance de o mesmo estar correto na sua escolha ou na sua opinião.

O termo inglês *seed variables* não encontra tradução consagrada na língua portuguesa e para efeito deste trabalho foi utilizada a tradução variáveis de calibração, por ser considerada a melhor definição para a função exercida por essas variáveis.

Segundo FLANDOLI et al (2011), o coeficiente de informatividade (I) se refere à capacidade de um especialista de fornecer uma distribuição de probabilidade concentrada para a variável elicitada, não importando quão o valor central atribuído esteja longe do valor real, já que essa medida tem a ver com a calibração. Ou seja, quanto mais concentrados forem os resultados apresentados por um especialista, maior será seu coeficiente de informatividade.

Assim, o peso de cada especialista é dado, de forma normalizada, pela Eq. (3.1).

$$w(e) = \frac{C(e).I(e)}{\sum_{j=1}^E C(j).I(j)} \quad (3.1)$$

em que, C= Coeficiente de Calibração e I= Coeficiente de Informatividade

GOSLING (2014) cita que há trabalhos que sugerem alternativas na determinação dos pesos relativos entre especialistas, como a autoavaliação, a revisão por pares ou a simples determinação pelo responsável pela elicitacão.

Como se pode perceber, o passo chave do Modelo Clássico de Cooke é a determinação dos pesos de cada especialista. GOSLING (2014) cita que os defensores argumentam que o Método Clássico desencoraja a confiança excessiva ou a falta de confiança nos especialistas e que a atribuição de pesos não é apenas prática, mas teoricamente saudável. Já os oponentes argumentam que produzir questões ou variáveis de calibração com conteúdo suficiente, muitas vezes, pode ser impossível, o que tornaria a ponderação sem representatividade. CLEMEN (2008) apresenta evidência de que é possível um especialista manipular suas respostas durante o processo de calibração de forma a otimizar seu peso relativo.

Cooke, em uma mesa redonda durante um simpósio (COOKE, & PROBST, 2006) afirmou que sua política sobre a divulgação dos nomes dos especialistas foi formada desde muito cedo e tem se mantido: “nomes de especialistas e afiliações fazem parte da documentação publicada, mas os especialistas individuais não são associados pelo nome com suas avaliações. Esta associação é preservada como parte do registro científico, e está aberta a uma avaliação paritária competente, mas não é tornada pública”.

SHELF

O Método SHELF (GOSLING, 2018), criado na Universidade de Sheffield, é um protocolo de elicitação que tem como foco uma abordagem transparente e rigorosa na captura de julgamentos de especialistas. Desde a sua criação, o SHELF tem sido amplamente aplicado na economia, na área da saúde, mas também é utilizado no planejamento de negócios, riscos naturais e ciências ambientais, entre outros.

A elicitação é alcançada por meio de discussões em grupos com a finalidade de se alcançar um consenso, sempre assistidas por um moderador. Essa discussão se inicia com a colocação do problema em questão e dos objetivos da elicitação, numa forma bastante rígida para homogeneizar o entendimento entre os especialistas.

Cuidados especiais são tomados para evitar conflito de interesse entre os especialistas e o objeto da elicitação e após as sessões iniciais os especialistas são requeridos a fornecer, de forma individual, os valores, intervalos, parâmetros ou preferências a serem elicitados.

Baseado nas repostas recebidas, o moderador apresenta os resultados através de agregação matemática, utilizando pesos iguais para todos os especialistas. Após isso, os

resultados individuais e o resultado agregado são apresentados e uma nova rodada de discussões é realizada, em que os especialistas apresentam suas opiniões sobre o resultado ou as justificativas para seus valores individuais atribuídos, e têm a chance de alterar o seu julgamento anterior. Esse processo é repetido até que se alcance o consenso.

Os passos do processo são representados na Figura 3.4.

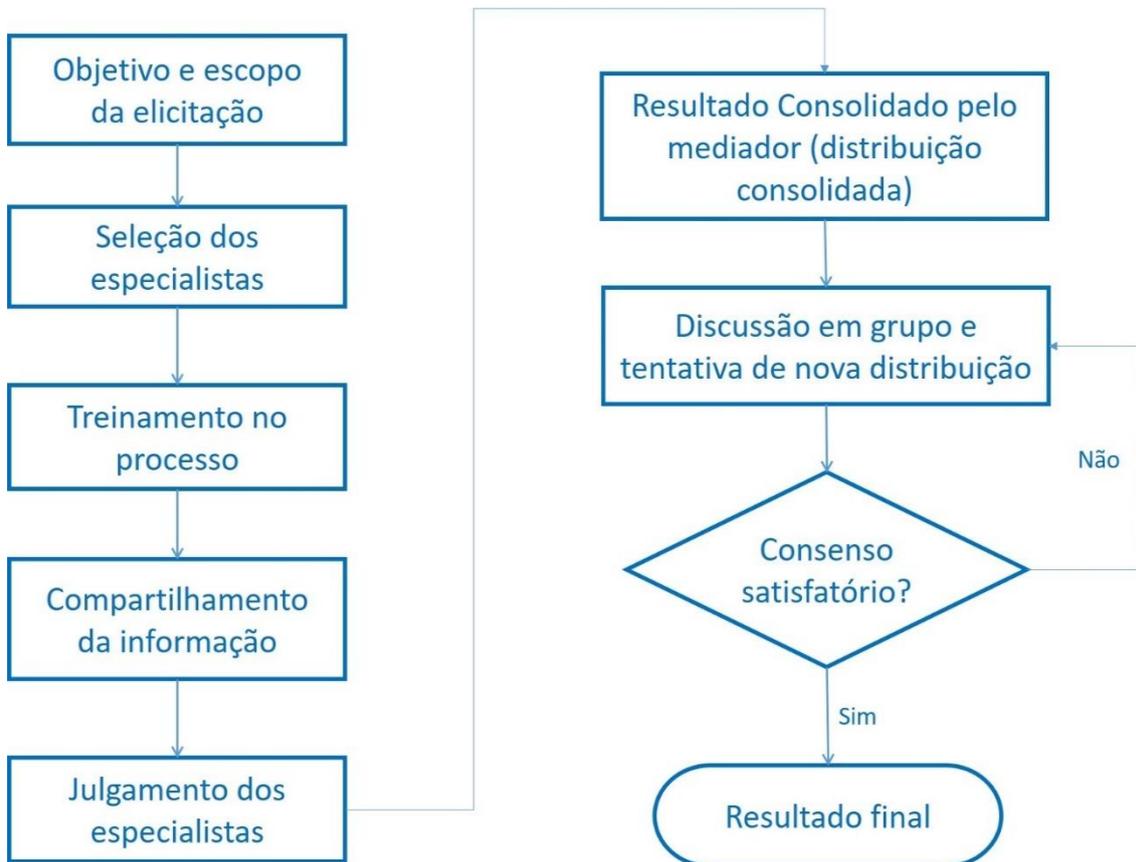


Figura 3.4 – Fluxograma do Método SHELF, adaptado de GOSLING (2018)

Processo Analítico Hierárquico

O Processo Analítico Hierárquico (SAATY, 1991, conhecido como AHP (do inglês *Analytical Hierarchy Process*) é um método de apoio multicritério à decisão, que consiste, inicialmente, em estruturar o problema por meio de uma rede ou hierarquia dos elementos envolvidos (critérios ou alternativas), estabelecendo suas relações por meio de uma comparação aos pares, podendo ser aplicado de forma qualitativa ou quantitativa a partir de uma escala definida previamente. Segundo GOOSSENS et al. (2008), a técnica de comparação em pares é apropriada para avaliações qualitativas ou comparativas, e permitem uma ponderação entre alternativas.

A comparação em pares é a representação numérica de uma relação entre dois elementos de um conjunto a ser estudado. O grupo de todos os julgamentos dos pares possíveis dentro do conjunto pode ser representado numa matriz quadrada recíproca, chamada de matriz de julgamento, conforme exemplo da Figura 3.5. Cada julgamento representa a dominância de um elemento da coluna à esquerda sobre um elemento na linha do topo. A escala recomendada por SAATY (1991), mostrada na Tabela 3.1, vai de 1 a 9, com 1 significando a indiferença de importância de um critério em relação ao outro, e 9 significando a extrema importância de um critério sobre outro.

Tabela 3.1 – Escala fundamental de SAATY (1991)

Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários entre valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Obviamente, a diagonal da matriz terá sempre valor 1, pois um elemento é igualmente importante em relação a ele mesmo. Do mesmo modo, as posições simétricas em relação à diagonal apresentam valores recíprocos ($a_{ij} = 1/a_{ji}$), como se pode ver na Figura 3.5.

elemento	A	B	C	D
A	1	5	6	7
B	1/5	1	4	6
C	1/6	1/4	1	4
D	1/7	1/6	1/4	1

Figura 3.5 – Exemplo de matriz de julgamento por comparação em pares

De acordo com SAATY (1991), os pesos relativos dos elementos comparados na matriz de julgamento podem ser obtidos por meio de operações matriciais, calculando-se o principal autovetor da matriz e normalizando-o em seguida.

Entretanto, o referido autor apresenta um procedimento alternativo, mais simples, para gerar o vetor de prioridades com valores aproximados.

Tabela 3.2 – Matriz comparativa (AHP)

	Elemento A	Elemento B	Elemento C	Elemento D
Elemento A	1	5	6	7
Elemento B	1/5	1	4	6
Elemento C	1/6	1/4	1	4
Elemento D	1/7	1/6	1/4	1
Soma	1,51	6,42	11,25	18,00

A normalização da matriz se faz dividindo-se cada elemento pela soma de sua coluna (apresentada na Tabela 3.2), para a obtenção dos pesos relativos. A Tabela 3.3 apresenta os dados de peso relativo entre os elementos.

Tabela 3.3 – Matriz normalizada (AHP)

	Elemento A	Elemento B	Elemento C	Elemento D
Elemento A	$1/1,51 =$ 0,662	$5 / 6,42 =$ 0,779	$6 / 11,25 =$ 0,533	$7 / 18,0 =$ 0,389
Elemento B	$1/5 / 1,51 =$ 0,132	$1 / 6,42 =$ 0,156	$4 / 11,25 =$ 0,356	$6 / 18,0 =$ 0,333
Elemento C	$1/6 / 1,51 =$ 0,110	$1/4 / 6,42 =$ 0,039	$1 / 11,25 =$ 0,089	$4 / 18,0 =$ 0,222
Elemento D	$1/7 / 1,51 =$ 0,095	$1/6 / 6,42 =$ 0,026	$1/4 / 11,25 =$ 0,022	$1 / 18,0 =$ 0,056

A determinação do peso relativo de cada elemento na meta global é calculada a partir do vetor de prioridade, que é a média aritmética dos valores de cada elemento conforme Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Cálculo do autovetor

	Cálculo do vetor (média aritmética)	Vetor Prioridade (peso relativo)
Elemento A	$(0,662 + 0,779 + 0,533 + 0,389) / 4$	0,5910 ou 59,10 %
Elemento B	$(0,132 + 0,156 + 0,356 + 0,333) / 4$	0,2443 ou 24,43 %
Elemento C	$(0,110 + 0,039 + 0,089 + 0,222) / 4$	0,1151 ou 11,51 %
Elemento D	$(0,095 + 0,026 + 0,022 + 0,056) / 4$	0,0496 ou 4,96%

Uma grande vantagem do uso da técnica da comparação em pares é a possibilidade de se calcular o Índice de Consistência (CI) e a Razão de Consistência (CR), conforme Equações (3.2) e (3.3) respectivamente, sendo que, como regra geral, se a razão de consistência for maior do que 0,1, recomenda-se que os julgamentos sejam refeitos até que a consistência seja aceitável (SAATY, 1991).

O índice de consistência tem como base o autovalor principal, (λ_{max}), que é a soma do produto de cada elemento do vetor de prioridades (Tabela 3.4) pelo total da respectiva coluna da matriz comparativa original (Tabela 3.2). A Tabela 3.5 apresenta o cálculo do autovalor principal.

Tabela 3.5 – Cálculo autovalor principal (λ_{max})

Vetor de prioridades	0,5910	0,2443	0,1151	0,0496
Soma das colunas	1,51	6,42	11,25	18,00
Autovalor principal (λ_{max})	$(0,5910*1,51)+(0,2443*6,42)+(0,1151*11,25)+(0,0496*18,00) = 4,648$			

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \quad (3.3)$$

em que, CI é o Índice de Consistência, λ_{max} é o autovalor principal, n é a dimensão da matriz quadrada recíproca, RI é o Índice Randômico (dado pela Tabela 3.6) e CR é a Razão de Consistência.

Tabela 3.6 – Valores de RI^{17} em função da dimensão da matriz

Dimensão da matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor de RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

GROŠELJ & STIRN (2012) demonstram que a média geométrica é o método apropriado para agregar os julgamentos individuais quando o AHP é utilizado numa elicitação por especialistas.

¹⁷ Média dos Índices de Consistência de matrizes geradas randomicamente.

Dado a relativa baixa complexidade do método, a disponibilidade de programas computacionais e a extensa gama de possíveis utilizações em problemas de tomada de decisão, o AHP tem sido largamente utilizado em centenas de casos documentados (JACOBS et al., 2004).

Alguns métodos ou técnicas de larga utilização não foram considerados neste trabalho por apresentarem premissas não adequadas para a proposta:

- Os métodos bayesianos (KELLY & SMITH, 2011) são bastante utilizados na determinação de valores ou probabilidades, por oferecem uma maneira natural e racional na busca de conhecimento de especialistas. No entanto, tais métodos são alicerçados na validação dos parâmetros elicitados à medida que dados empíricos são coletados, o que não é factível no caso de ponderação de indicadores de desempenho.
- Técnica Nominal de Grupo (DELBECQ & VANDEVEM, 1971), NGT (do inglês *Nominal Group Technique*), que foi desenvolvida a partir do Método Delphi, apresenta como característica marcante o alto grau de interação entre os especialistas durante todo o processo de elicitação, o que também está descartado da presente proposta.

Do exposto nessa revisão, verifica-se que duas características centrais diferenciam os métodos de elicitação: o grau de envolvimento entre os especialistas e a ponderação entre as suas opiniões.

Os Métodos Clássico de Cooke e Delphi preservam o anonimato das opiniões individuais e o SHELF faz uma discussão aberta entre os especialistas. Conclui-se que, quanto maior a interação entre os especialistas, maior será a necessidade de uma moderação forte e experiente e maior será o gasto de tempo e recursos materiais.

Quanto à ponderação das opiniões, o Método Clássico de Cooke é baseado num processo de calibração que diferencia os especialistas, já o Delphi e o SHELF, embora distintos no grau de envolvimento dos especialistas, não adotam pesos, pois buscam o consenso.

De forma resumida, a Tabela 3.7 apresenta as diferenças entre os métodos apresentados, quanto à interação entre os especialistas, ponderação das opiniões, grau de consenso e principais características positivas e negativas de cada método. Tais diferenças foram levadas em consideração na escolha do(s) método(s) de elicitação escolhidos na

determinação dos indicadores de cada função reguladora, nos pesos relativos entre os mesmos e na determinação de critérios de aceitação de cada indicador.

Observa-se que, na prática, são inúmeros os casos em que o uso destes ou outros métodos são adaptados às questões circunstanciais, limitações de tempo e orçamento, disponibilidade de especialistas etc.

Tabela 3.7 – Principais características dos métodos de elicitação

Método	Interação entre especialistas	Ponderação entre especialistas	Consenso	Pontos positivos	Pontos negativos
Delphi	Anônima	Não há	Sim	Exclui pensamento de grupo	Rodadas múltiplas de elicitação.
Clássico	Anônima	Necessária	Não	Exclui pensamento de grupo	Dificuldade de calibração dos especialistas
SHELF	Aberta	Não há	Sim	Alto grau de formalismo; Extenso material informativo	Fortemente dependente do Moderador

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Conforme apresentado no Capítulo 1, o objetivo do trabalho foi desenvolver uma proposta para a avaliação da efetividade da gestão reguladora para o alcance da segurança nuclear, por meio de indicadores de desempenho. A escolha dos indicadores, a determinação de suas importâncias relativas e de seus critérios de aceitação foram realizadas por meio de elicitação de especialistas. Para isso, em cumprimento à Resolução Nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, buscou-se junto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) a aprovação do Projeto de Pesquisa, que recebeu o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) Nº 54465221.5.0000.5257, tendo sido aprovada, em 09/06/2022, conforme Parecer Consubstanciado Nº 5.458.468.

As funções reguladoras, descritas na Seção 3.1.1, são consensuais e podem ser encontradas em IAEA (2015). Portanto, o primeiro nível de desagregação de um indicador composto da efetividade reguladora será refletido pelas 7 funções reguladoras principais, denominados indicadores estratégicos.

Assim, buscou-se, junto aos especialistas, indicadores de segundo nível, denominados indicadores específicos, que melhor refletissem a efetividade de cada função reguladora. Também, foram escolhidos indicadores para as áreas transversais que afetam mais diretamente as funções reguladoras principais. A Figura 4.1 representa a hierarquia e a inter-relação entre os indicadores.

Uma vez escolhidos os indicadores, os especialistas atribuíram suas importâncias relativas ao alcance da efetividade de cada função reguladora, assim como determinaram as importâncias relativas entre as funções reguladoras para agregá-los sob a forma de um indicador composto, chamado de Índice de Efetividade da Gestão Reguladora (IGR).

Numa última etapa, os especialistas atribuíram faixas de critérios de desempenho para que cada indicador possa refletir as condições “inaceitável”, “minimamente aceitável”, “aceitável” ou “satisfatória”; e determinaram o grau máximo em que um desempenho abaixo do “aceitável” de uma área transversal pode impactar uma função principal.

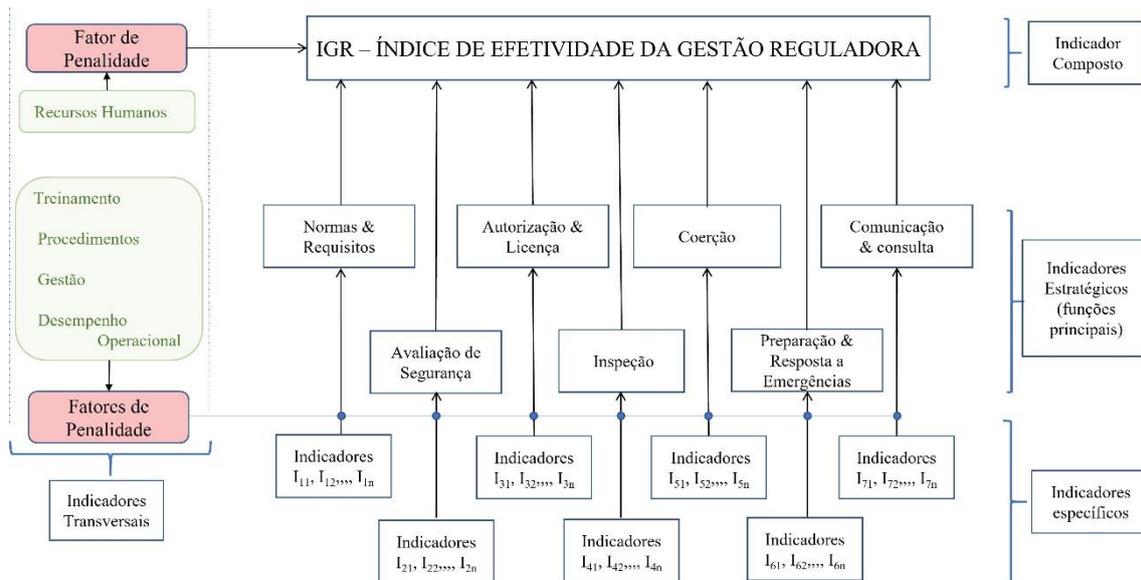


Figura 4.1 – Estrutura dos Indicadores da Efetividade da Gestão Reguladora

A Figura 4.2 apresenta os passos do método implantado no desenvolvimento do trabalho.

Optou-se por utilizar durante as três etapas de elicitação pesos iguais entre os especialistas, pois, conforme discutido em 3.3.2, apresenta bom desempenho e evita a etapa de calibração dos especialistas que, além do dispêndio de tempo necessário, não encontra referências para trabalhos similares, que possam servir de exemplo para produzir questões ou variáveis de calibração suficientemente representativas.

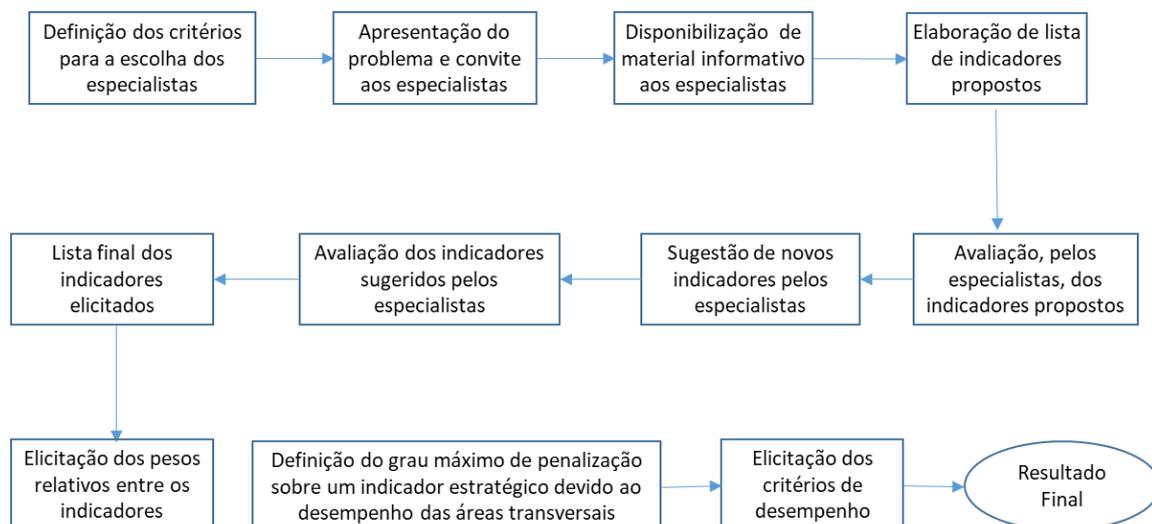


Figura 4.2 - Fluxograma do processo de elicitação dos indicadores da efetividade reguladora

Nos itens a seguir, são descritos os passos adotados na implantação da metodologia, tendo como referência as atividades reguladoras exercidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

4.1 CRITÉRIO PARA A ESCOLHA DE POTENCIAIS ESPECIALISTAS

Os reguladores nacionais atuam, na sua grande maioria, na área de regulação de mercado, com o objetivo de proporcionar aos consumidores preços justos ou informação e qualidade adequadas, sendo que as considerações sobre segurança, em sua maioria, são marginais.

Raros são os reguladores com foco principal na segurança do público ou do meio ambiente. Podemos citar, além da CNEN, o IBAMA. Já a ANVISA, a ANAC, a ANM e a ANP, são exemplos de agência reguladoras que regulam tanto mercado como aspectos de segurança. Ainda que esses exemplos regulem ações de segurança, suas atividades técnicas e áreas de especialidade são muito distintas, não justificando, assim, um convite a especialistas desses órgãos para a escolha de indicadores na área nuclear.

Portanto, os especialistas convidados foram servidores ou ex-servidores da CNEN, com pelo menos três anos de atuação em atividades de regulação de reatores nucleares.

4.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E CONVITE AOS ESPECIALISTAS PARA PARTICIPAR DO PROCESSO DE ELICITAÇÃO.

Os especialistas foram convidados por meio eletrônico, onde foram apresentados o problema e o objetivo do trabalho. Adicionalmente, foi informado que as opiniões individuais seriam preservadas por meio do anonimato, sendo que, no entanto, foi disponibilizada a possibilidade de interação individual com o autor da proposta para melhor entendimento ou esclarecimentos.

Ainda que não haja critérios conhecidos para a determinação do número de especialistas, em uma mesa redonda com participação de renomados profissionais, em conferência sobre elicitação de especialistas (COOKE & PROBST, 2006), os participantes apontaram que um processo de elicitação deve envolver no mínimo 6 especialistas. No caso do presente trabalho, foram convidados 37 servidores da CNEN e

3 aposentados, que preenchiam os requisitos, sendo que, no total, 18 aceitaram o convite, com os seguintes perfis:

- cinco especialistas com 3 a 10 anos de experiência;
- quatro especialistas com 10 a 20 anos de experiência; e
- nove especialistas com mais de 20 anos de experiência.

4.3 MATERIAL DE INFORMATIVO PARA OS ESPECIALISTAS

Uma vez aceito o convite para participar, os especialistas receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), transcrito no Anexo A. Após a ciência e anuência do TCLE, foram enviados aos especialistas um material detalhado sobre o processo de elicitação, um resumo da revisão bibliográfica e da fundamentação teórica, além de suas versões completas. Mais uma vez, foi disponibilizada a possibilidade de interação individual com o autor da proposta para um melhor entendimento ou esclarecimentos.

4.4 O DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE ELICITAÇÃO

O processo de elaboração da proposta dos indicadores foi todo realizado por meio de troca de mensagens eletrônicas e foi dividido em 3 etapas de elicitação, respectivamente, a escolha dos indicadores, o estabelecimento do peso relativo entre os estes e a determinação de critérios de desempenho. Para cada etapa, foi escolhido o método mais adequado, pois elas têm características diferentes.

Em todas as mensagens eletrônicas trocadas, incluindo seus anexos, foram utilizadas práticas para garantir o anonimato, preservar e proteger os dados dos especialistas envolvidos, conforme os critérios especificados no Projeto de Pesquisa submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do HUCFF/UFRJ.

4.4.1 Lista dos indicadores propostos

A primeira etapa da elicitação se iniciou com o recebimento de uma lista de indicadores para cada função reguladora, baseados nos exemplos de reguladores internacionais, descrito na revisão bibliográfica, e em outros propostos neste trabalho. Buscou-se propor indicadores que atendessem os atributos SMART, descritos na Seção 3.2.2.

Abaixo são listados os indicadores para cada função reguladora, seguidos de suas definições e justificativas, disponibilizados na primeira rodada.

Função 1: Desenvolvimento de Normas ou Requisitos

Indicadores internacionais

Indicador 1.1- Porcentagem de normas desenvolvidas em relação ao planejado

Definição:

$$\frac{\text{Nº de Normas elaboradas}}{\text{Nº de novas Normas planejadas para o período}}$$

Justificativa: Mede a capacidade do Regulador de desenvolver as Normas definidas como necessárias para um determinado período. Não está em julgamento, neste caso, se o planejamento foi bem-feito e nem os critérios para determinar a escolha das Normas que serão desenvolvidas.

Importante destacar que este indicador não leva em consideração revisão ou atualização, apenas elaboração de novas Normas

Indicador 1.2 - Porcentagem das normas revisadas ou atualizadas em relação ao planejado

Definição:

$$\frac{\text{Nº de Normas atualizadas ou revisadas}}{\text{Nº de atualizações ou revisões de Normas planejadas para o período}}$$

Justificativa: Mede a capacidade do Regulador de revisar as Normas definidas como necessárias para um determinado período. Não necessariamente está em julgamento se o planejamento foi bem-feito e nem os critérios para determinar a escolha das Normas que serão revisadas/atualizadas, no entanto é de se esperar que após um período inicial de esforço concentrado para atualizar as Normas, haverá critérios sobre a periodicidade de sua atualização (por exemplo, a cada 5 anos).

Indicadores propostos neste trabalho:

Indicador 1.3 - Porcentagem de normas desenvolvidas ou atualizadas que têm os requisitos da AIEA como referência

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Normas desenvolvidas ou revisadas no período, que tiveram como referências os "Safety Requirements" pertinentes da AIEA}}{\text{N}^\circ \text{ total de Normas desenvolvidas ou revisadas}}$$

Justificativa: Cada vez mais os países membros são cobrados em relação à adesão aos requisitos da AIEA. A Declaração de Viena, adotada na Convenção de Segurança Nuclear de 2015, explicitamente em seu Princípio #3, estabelece que “*Safety Standards*” relevantes da IAEA serão levadas em consideração no estabelecimento dos requisitos nacionais. Importante destacar que o indicador aqui sugerido se restringe aos “*Safety Requirements*” da AIEA, pois estes têm objetivo análogo aos requisitos de Normas da CNEN (estabelecem “o que fazer”, mas não “como fazer”).

Indicador 1.4 - Porcentagem de avaliação do impacto, na normativa reguladora, de “Safety Requeriments” (SR) da AIEA publicados

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de avaliações do impacto, nas normas reguladoras, de SR emitidos pela AIEA}}{\text{N}^\circ \text{ de SR, novos ou revisados, emitidos pela AIEA}}$$

Justificativa: A cada emissão ou atualização de um “*Safety Requirements*” da AIEA, o Regulador deveria fazer uma análise crítica do impacto desses “*Requirements*” na segurança das instalações e consequentemente, na necessidade de atualização das Normas pertinentes.

Destaca-se que essa análise não se refere à elaboração de comentários, críticas e sugestões que podem ocorrer durante o processo de elaboração dos “*Requirements*”, nos diversos comitês de consultivos da AIEA. O indicador se refere aos “*Requirements*” efetivamente publicados pela AIEA.

Indicador 1.5 - Porcentagem de alterações de texto advindas de consulta pública, em relação ao total de sugestões de alteração.

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de alterações ocorridas em Normas oriundas de consulta pública}}{\text{N}^\circ \text{ total de sugestões de alterações oriundas de consulta pública}}$$

Justificativa: Esse indicador mede a efetividade dos responsáveis pelas elaborações de Normas, pois se há um excessivo número de alterações oriundas das consultas públicas é porque o grupo responsável por redigi-las não desenvolveu um trabalho completo e eficaz.

Função 2: Avaliação de Segurança de instalações ou atividades

Indicadores internacionais:

Indicador 2.1- Porcentagem de cumprimento do plano de avaliação de relatórios de análise de segurança enviados pelos licenciados

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Capítulos de Relatórios de Análise de Segurança (RAS) avaliados}}{\text{N}^\circ \text{ total de Capítulos de RAS previstos para serem avaliados no período}}$$

Justificativa: Esse indicador mede a capacidade do Regulador em cumprir o planejamento das avaliações de segurança. Não está em julgamento a qualidade do material enviado pelo requerente. Para esses casos, o Regulador deveria ter um processo de aceitação da documentação enviada, o que resultaria num indicador do requerente e não do Regulador. O indicador também não está associado à avaliação satisfatória dos RAS, sendo que uma análise de segurança do requerente com qualidade inadequada ou incompleta deve ser registrada e comunicada ao requerente, o que caracteriza o cumprimento da avaliação do capítulo do RAS pertinente.¹⁸

¹⁸ Análise de Segurança se refere às análises e justificativas para demonstrar a segurança, realizadas pelo requerente (ou projetista, por delegação), enquanto a expressão Avaliação de Segurança, refere-se às ações do regulador para revisar e concluir sobre a adequação da análise de segurança do requerente.

Indicadores propostos neste trabalho:

Indicador 2.2- Porcentagem de Pareceres Técnicos aprovados

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Pareceres Técnicos aprovados}}{\text{N}^\circ \text{ total de Pareceres Técnicos elaborados}}$$

Justificativa: Esse indicador mede a efetividade da Avaliação de Segurança, quanto ao entendimento da estratégia de avaliação ou do conhecimento da função e da responsabilidade do regulador.

Importante ressaltar que o consenso entre os responsáveis pela elaboração e pela aprovação não é necessário, nem uma exigência do processo, mas um mau desempenho deste indicador aponta para uma necessidade de se avaliar a causa do aumento de Pareceres não aprovados.

Indicador 2.3- Porcentagem de avaliações de Pedidos de Alteração de Especificação Técnica (PAET) e Pedidos de Isenção às Especificações Técnicas (PIs)

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de PAETs + PIs avaliados}}{\text{N}^\circ \text{ total de PAETs + PIs submetidos}}$$

Justificativa: A implantação de PAET- Pedido de Alteração de Especificação Técnica e PI-Pedido de Isenção de Especificação Técnica dependem, necessariamente, de aprovação pelo regulador, portanto os mesmos devem ser avaliados num prazo exequível a ser estabelecido pela gerência pertinente. Este indicador não está associado à aprovação de PAET, mas sim à avaliação, favorável ou não, em relação aos mesmos.

Indicador 2.4 - Porcentagem de avaliação dos Relatórios de Eventos Operacionais (REN)

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de REN avaliados}}{\text{N}^\circ \text{ total de REN submetidos}}$$

Justificativa: A Norma CNEN NN 1.14 estabelece que determinados eventos operacionais devem necessariamente ser relatados à CNEN e ações corretivas devem ser tomadas para evitar recorrências. A avaliação de eventos, somada aos resultados das inspeções reguladoras são informações fundamentais para a avaliação do estágio da segurança de uma instalação. Este indicador não está associado à aceitação dos REN, mas sim à avaliação, favorável ou não, em relação aos mesmos.

Ressalta-se que este indicador se restringe às avaliações dos eventos de relato obrigatório.

Função 3: Licenças ou Autorizações

Indicadores internacionais:

- Não há.

Indicadores propostos neste trabalho:

Indicador 3.1 - Porcentagem de decisões “ad referendum”

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de decisões “ad referendum”}}{\text{N}^\circ \text{ total de Resoluções da Comissão Deliberativa}}$$

Justificativa: O presidente da CNEN tem a prerrogativa de tomar decisões pela Comissão Deliberativa (CD) “ad referendum”, entretanto, tal ação deveria ser evitada ao máximo e ser usada apenas em situações excepcionais, pois de certa forma gera uma pressão para que a CD aprove tais decisões do presidente. O uso em demasia desse artifício pode indicar uma deficiência no planejamento da CD ou uma pressão indevida do presidente da Instituição sobre os outros membros da CD.

Indicador 3.2 - Porcentagem de Normas, Permissões, Licenças ou Autorizações renovadas fora do prazo

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Normas, Permissões, Licenças ou Autorizações renovadas fora do prazo}}{\text{N}^\circ \text{ total de Normas, Permissões, Licenças ou Autorizações renovadas}}$$

Justificativa: Alguns atos da CD que têm validade devem ser renovados a tempo para não sofrerem soluções de continuidade. A perda do prazo de renovação, pela CD, é um indicativo de baixa efetividade no processo regulador. Este indicador não está associado à avaliação satisfatória para renovação e sim ao cumprimento, a tempo, das etapas necessárias para a verificação das condições de renovação e emissão ou não da mesma.

Importante: não são computados neste indicador a perda de prazo no pedido de renovação, por parte do licenciado.

Indicador 3.3 - Porcentagem de Resoluções da Comissão Deliberativa revisadas

Definição:

$$\frac{\text{Nº de Resoluções revisadas pela CD}}{\text{Nº total de Resoluções emitidas pela CD}}$$

Justificativa: A necessidade de revisão de Resoluções publicadas no DOU, seja por erros de ortografia, citações, escopo, objetivo ou outros, indica uma fraqueza no processo de elaboração e revisão de Resoluções.

Função 4: Inspeção de instalações ou atividades

Indicadores internacionais:

Indicador 4.1 - Porcentagem de inspeções realizadas em relação ao Programa de Inspeções

Definição:

$$\frac{\text{Nº de Inspeções programadas realizadas}}{\text{Nº total de inspeções programadas}}$$

Justificativa: O cumprimento do Programa de Inspeções é uma necessidade para que o regulador tenha uma visão sobre a segurança do licenciado. Não devem ser computadas neste indicador as inspeções reativas, que são realizadas em função

do desempenho operacional do licenciado, pois poderia mascarar o indicador, já que não são planejadas (suas inclusões poderiam resultar num indicador > 100%)

Indicadores propostos neste trabalho:

Indicador 4.2 - Porcentagem de cumprimento das Listas de Verificação

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Inspeções com cumprimento total da Lista de Verificação}}{\text{N}^\circ \text{ total de inspeções}}$$

Justificativa: A Lista de Verificação (LV) é o reflexo do escopo da inspeção, que visa cobrir todos os pontos importantes à segurança a serem verificados e o seu não cumprimento integral pode levar a um diagnóstico/resultado incompleto ou inadequado.

Observação: Esse indicador não deve inibir a ampliação do escopo de uma Lista de Verificação, caso a equipe, baseada no andamento da inspeção, verifique que um determinado aspecto deva ser aprofundado ou incluído na LV.

Indicador 4.3 - Porcentagem de Relatórios de Fiscalização elaborados e emitidos dentro do prazo

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Relatórios de Fiscalização elaborados e emitidos dentro do prazo}}{\text{N}^\circ \text{ total Relatórios de Fiscalização emitidos}}$$

Justificativa: É importante que os resultados de inspeção sejam reportados às chefias e estas os enviem aos licenciados dentro de um prazo razoável e exequível, de forma que as ações corretivas sejam implantadas no menor tempo possível.

Note-se que este indicador se refere à capacidade do regulador fazer chegar ao licenciado os resultados da inspeção, assim, tanto o atraso na elaboração do Relatório, quanto na aprovação e emissão final pelas chefias, prejudica a efetividade da função “inspeção”.

Função 5: Coerção

Indicadores internacionais:

- Não há

Indicadores propostos neste trabalho:

Indicador 5.1 - Porcentagem de exigências não atendidas dentro do prazo pelo licenciado

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de exigências não atendidas dentro do prazo}}{\text{N}^\circ \text{ total de exigências abertas}}$$

Justificativa: O não cumprimento de exigências dentro dos prazos estabelecidos pelo Regulador caracteriza uma deficiência do licenciado, mas também uma incapacidade do Regulador em fazer que ele cumpra o prazo estabelecido. Assim a efetividade da coerção pode ser medida, também, pelo grau de atendimento das exigências dentro do prazo.

Indicador 5.2 - Porcentagem de não-conformidades ou deficiências recorrentes

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de não-conformidades ou deficiências recorrentes}}{\text{N}^\circ \text{ total não-conformidades ou deficiências detectadas}}$$

Justificativa: A recorrência de deficiências ou não conformidades detectadas em inspeções pode caracterizar que uma exigência não tenha sido bem formulada ou que a ação corretiva não tenha sido eficaz. Embora tipicamente seja indicador referente ao operador, este também caracteriza uma deficiência do regulador. Este indicador deve se limitar às deficiências apontadas de maneira formal e tratadas por meio de exigências.

Indicador 5.3 - Porcentagem de Condicionantes de Licenças ou Autorizações não atendidas dentro do prazo pelo licenciado

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Condicionantes vencidas no período}}{\text{N}^\circ \text{ total de Condicionantes com prazo de vencimento no período}}$$

Justificativa: O não cumprimento dos prazos de Condicionantes caracteriza, além de uma grave violação do licenciado, uma deficiência no processo de coerção do Regulador.

Indicador 5.4 - Porcentagem de exigências revisadas ou canceladas

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de cancelamento ou revisão de exigências acatados pelo regulador}}{\text{N}^\circ \text{ de solicitações de cancelamento ou revisão de exigências feitas pelo operador}}$$

Justificativa: A revisão ou cancelamento de uma exigência, por motivo de contra-argumentação ou contestação do licenciado, indica uma deficiência na sua elaboração ou na condução da avaliação de segurança ou inspeção.

Função 6: Preparação e Resposta a Emergência

Indicadores internacionais:

Indicador 6.1 - Porcentagem de atualização dos planos e procedimentos de emergência

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de planos e procedimentos de emergência atualizados}}{\text{N}^\circ \text{ total de planos e procedimentos de emergência}}$$

Justificativa: Os procedimentos e planos de emergência de responsabilidade do Regulador devem ser mantidos atualizados de forma a permitir uma efetiva resposta a emergências.

Indicador 6.2 - Porcentagem de resposta aos exercícios de emergência

Definição:

$$\frac{\text{Nº de atendimento a exercícios de emergência}}{\text{Nº total de exercícios de emergência}}$$

Justificativa: O não atendimento, pelo regulador, aos exercícios de emergência indica uma deficiência no sistema de resposta a emergências.

Indicadores propostos neste trabalho:

Indicador 6.3 - Porcentagem de resposta a acionamento real do Plano de Emergência

Definição:

$$\frac{\text{Nº de atendimento a emergências}}{\text{Nº total acionamentos reais dos planos de emergência}}$$

Justificativa: As respostas aos acionamentos reais dos planos de emergência são fundamentais para a garantia das ações técnicas e administrativas para o controle da emergência ou a mitigação das suas consequências.

Indicador 6.4 - Porcentagem de disponibilidade do sistema de prognóstico da pluma radioativa (ARGOS¹⁹)

Definição:

$$\frac{\text{Quantidade de tempo que o sistema ARGOS esteve disponível durante o período}}{\text{Quantidade de tempo total}}$$

¹⁹ O ARGOS (<https://pdc-argos.com>) é um sistema computacional, criado em 1983, de suporte à decisão, com uma interface gráfica que dá acesso a diversos modelos de dispersão de nuvens tóxicas na atmosfera, chamadas de plumas. Na área nuclear, usa-se o Rimpuff, um modelo de puffes contendo os elementos radioativos liberados em sequência, simulando o transporte e a difusão de toda a pluma. Seu atributo mais forte é fazer prognósticos. Isso o capacita a, com os dados da previsão numérica de meteorologia (PNT), avaliar o impacto de uma liberação potencial futura. Essa capacidade fornece ao tomador de decisão na emergência uma informação crucial, poder prever as áreas a serem potencialmente afetadas em caso de liberação radioativa.

Justificativa: O Sistema ARGOS é imprescindível para o prognóstico da dispersão da pluma radioativa em caso de liberação para a atmosfera. Sem esse sistema a efetividade do aconselhamento da CNEN para a resposta à emergência fica comprometida.

Observação: a disponibilidade do sistema abrange o “software”, os equipamentos e os operadores/analistas.

Função 7: Comunicação com o público e partes interessadas

Indicadores internacionais:

Indicador 7.1 - Porcentagem de realização das reuniões periódicas com os operadores

Definição:

$$\frac{\text{Nº de reuniões realizadas com os operadores}}{\text{Nº total de reuniões planejadas}}$$

Justificativa: O contato formal com os regulados de maneira periódica para tratar das grandes pendências e dos grandes desafios do licenciamento proporciona um melhor entendimento das ações reguladoras, permite ênfase nas questões mais relevantes e pode aumentar o grau de confiança entre as partes.

Observação: Não fazem parte desse indicador as reuniões reativas, marcadas em função da necessidade de discussões ou esclarecimentos específicos.

Indicadores propostos neste trabalho:

Indicador 7.2 - Porcentagem de atualização das Normas no endereço eletrônico da CNEN

Definição:

$$\frac{\text{Nº de Normas atualizadas no site do Regulador}}{\text{Nº total de Normas constantes no site do Regulador}}$$

Justificativa: O grau de atualização do site do Regulador é uma medida da importância dada pela Instituição ao público e aos usuários.

Indicador 7.3 - Porcentagem de resposta a solicitações do público dentro do prazo planejado ou requerido

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de resposta ao Serviço de Informação ao Cidadão (SIC) dentro do prazo}}{\text{N}^\circ \text{ total de demandas do SIC}}$$

Justificativa: As respostas às demandas do público devem ser feitas conforme prazos determinados e o seu cumprimento mede o grau de comprometimento com a transparência.

Indicador 7.4 - Porcentagem de demandas de órgãos Externos não respondidas dentro no prazo

Definição:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de demandas do Ministério Público, TCU e AGU não respondidas no prazo}}{\text{N}^\circ \text{ total de demandas do Ministério Público, TCU e AGU}}$$

Justificativa: As demandas de órgão externos devem ser respondidas nos prazos estabelecidos e o seu cumprimento mede o grau de comprometimento do regulador com os princípios da administração pública.

4.4.2 Avaliação da adequação dos indicadores propostos

Foi distribuído um questionário (Questionário 1A do Apêndice A) para que cada especialista julgasse a adequação dos indicadores. Optou-se por utilizar uma Escala Likert (LIKERT, 1932) pela sua capacidade de facilmente traduzir a opinião do especialista quanto ao grau de adequação dos indicadores sugeridos. Para cada indicador foram dadas as seguintes opções: “Inadequado”, “Pouco Adequado”, “Razoavelmente Adequado” e “Adequado”, para os quais deviam ser atribuídos respectivamente graus 0, 1, 2 e 3.

Para cada indicador foi dada ao especialista a opção “prefiro não responder”, caso este não se sentisse confortável ou não quisesse responder.

Além da votação da adequação de cada indicador, o questionário deu a cada especialista a oportunidade de sugerir novos indicadores, se achasse pertinente.

Ao final dessa etapa, foram sugeridos 2 novos indicadores específicos sendo necessária, então, uma nova rodada para avaliar a adequação desses novos indicadores sugeridos, adotando-se a mesma abordagem de avaliação (Questionário 1B do Apêndice A).

Apenas os indicadores cujas médias superaram 1,5 (ou seja, classificados como “Razoavelmente Adequado” ou “Adequado”) foram considerados para as etapas seguintes do trabalho, de forma a eliminar os indicadores considerados “Inadequados” ou “Pouco Adequados” pelos especialistas.

O processo acima se assemelha ao do método Delphi, já que embora as opiniões individuais dos especialistas possam ser disponibilizadas para que outros possam rever suas avaliações iniciais, eles são mantidos no anonimato. Essa característica é considerada essencial, pois os especialistas envolvidos são colegas de trabalho de muitos anos de convivência, o que naturalmente pode implicar em vieses cognitivos, frutos de conflitos de interesses pessoais, ascendência profissional, grau de empatia, entre outros. No entanto, diferentemente do método Delphi, não foi adotada a necessidade de consenso.

4.4.3 Determinação das áreas transversais, seus indicadores e da penalização associada

Para efeito deste trabalho, são utilizados os termos “área ou indicador transversal” para se referir a áreas de atuação do regulador, mais diretamente relacionadas à segurança, que influenciam mais de uma função reguladora principal.

Conforme descrito na Seção 2.2, as áreas transversais usualmente são tratadas como mais um indicador, ou seja, sua parcela de contribuição é somada à contribuição dos outros indicadores. Essa abordagem tem o inconveniente de mesclar funções principais com funções secundárias e pode levar a distorções.

A utilização de áreas transversais, que apoiam as funções principais, como um indicador estratégico não possibilita fazer uma distinção entre o impacto de seus desempenhos nas várias funções principais, pois não necessariamente estas afetam todas as funções principais ao mesmo tempo, nem da mesma maneira.

Por exemplo, a adesão a um programa de treinamento como mais um indicador pode mascarar graves deficiências em áreas específicas, pois usualmente quando se trata

“treinamento” como um indicador isolado não se especificam as áreas ou funções comprometidas. Assim, pode-se ter uma adesão de 85% ao programa de treinamento, mas numa avaliação mais profunda poder-se-ia verificar que, embora o número final fosse considerado como satisfatório, nenhum treinamento relativo a inspeções tenha sido realizado no período. Tal fato pode comprometer significativamente o desempenho da função reguladora inspeção, mas não seria refletido no seu indicador pertinente.

Assim, a presente proposta apresenta, de forma inovadora, a abordagem de se computar a influência das áreas transversais em cada função reguladora principal (CARVALHO et al., 2022). Ou seja, para cada área transversal deverá ser buscado o grau de influência que esta exerce nas funções principais, utilizando para isso uma penalização, caso os indicadores das áreas transversais (chamados indicadores transversais) tenham um desempenho abaixo do aceitável. O grau de penalização, assim como os critérios de desempenho dos indicadores transversais também devem ser objeto de elicitação pelos especialistas e são apresentados em 4.4.5 e 4.4.6.

Como descrito na Seção 3.1.5, existem várias atividades ou áreas que afetam várias funções reguladoras, tais como: recursos humanos, treinamento, recursos materiais, orçamento, políticas e diretrizes, sistema de gestão, cultura de segurança etc. Porém, apenas algumas delas são realmente suscetíveis a monitoramento por indicadores, já que muitas destas são causas, e não consequências, da perda da efetividade de uma função reguladora e, como já discutido, os indicadores devem ser utilizados apenas para medir consequências. Para essas áreas, não devem ser escolhidos indicadores de desempenho, sendo que as suas efetividades podem ser verificadas por meio de uma avaliação formal de causas do fraco desempenho de indicadores mais específicos.

Já outras áreas, como custos, eficiência, ética e transparência, entre outras não serão tratadas, pois além de difícil correlação direta com o desempenho das funções reguladoras, já são objeto de avaliação por órgãos de controle ou programas de governo.

Da mesma forma que as áreas transversais internas ao regulador, o desempenho do operador pode estar relacionado à efetividade de uma ou mais função reguladora e, portanto, será tratado como um indicador transversal.

Conforme já discutido na Seção 3.1.4, o desempenho operacional nem sempre tem uma relação direta com a efetividade reguladora, por isso, o presente trabalho propõe que todo evento operacional relatável, segundo os requisitos reguladores, seja avaliado não

só sob a ótica da determinação das causas e do impacto na segurança, mas também observando se tais causas deveriam ter sido descobertas antecipadamente pelos processos reguladores. Ou seja, um evento deve ser avaliado quanto à possibilidade de poder ser evitado por uma ação de regulação, avaliação de segurança ou fiscalização da CNEN. Caso seja detectado que houve uma omissão ou falha reguladora, que contribuiu para o evento, deve-se penalizar o indicador estratégico pertinente. Além disso, eventos recorrentes devem penalizar a função reguladora “Avaliação de Segurança”, já que estes mostram que a avaliação do regulador aceitou ações corretivas que não foram eficazes.

Assim, baseado nas considerações acima, escolheram-se as áreas transversais e seus respectivos indicadores, apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Áreas transversais e seus respectivos indicadores

Área Transversal	Indicador transversal
Treinamento (T)	Porcentagem de adesão ao programa de treinamento anual.
Procedimentos (P)	Porcentagem de processos associados a cada função reguladora formalizado por meio de procedimentos ou instruções.
Gestão (M)	Porcentagem de Deficiências apontadas por órgão (s) independente (s), internos e externos, por função reguladora, não contabilizadas nos indicadores específicos.
Desempenho do Operador I (O)	Porcentagem de eventos operacionais, por função reguladora, que poderiam ser evitados pelo exercício efetivo da respectiva função.
Desempenho do Operador II* (R)	Porcentagem das Recomendações de segurança de avaliações externas independentes, no Operador, não identificadas anteriormente pelo Órgão Regulador
Recursos Humanos (H)	Porcentagem de servidores em exercício em relação ao planejado (necessário).

* Indicador sugerido por especialista, após durante a etapa de elicitação)

Os indicadores transversais foram enviados juntamente com os indicadores específicos das funções principais listados na Seção 4.4.2, para que os especialistas pudessem avaliá-los quanto às suas adequações e sugerir inclusões.

Assim, como no caso dos indicadores específicos, dois especialistas sugeriram dois novos indicadores transversais, que foram incluídos no Questionário 1B do Apêndice para avaliação de seus pares, sendo que apenas um deles (Desempenho do Operador II) foi considerado adequado. Os detalhes dos indicadores sugeridos são apresentados na Seção 5.1.

4.4.4. Determinação de pesos relativos entre os indicadores

Após a escolha dos indicadores, resultado do processo aplicado na Seção 4.4.2, aqueles selecionados para cada função reguladora foram enviados aos especialistas para que estes os avaliassem, por meio do Questionário 2 do Apêndice A quanto às suas importâncias relativas, ou seja, quanto à ponderação com que cada função reguladora (indicador estratégico) influencia a efetividade reguladora (indicador composto) e o quanto cada indicador específico influencia uma determinada função reguladora (indicador estratégico).

Nessa etapa, usou-se o Processo Analítico Hierárquico (AHP) desenvolvido por SAATY (1980), em que foram apresentados pares de funções reguladoras e solicitada a avaliação da importância relativa entre cada par, utilizando-se a escala apresentada na Tabela 3.1. Essa rodada resultou na avaliação de 21 pares (combinação de 7, 2 a 2).

O mesmo processo de avaliação por pares se repetiu para os indicadores específicos de cada função reguladora.

Para cada rodada de avaliação por pares foi gerado o vetor de prioridades e calculada a razão de consistência limitada a $RC < 0.1$, conforme o AHP (SAATY, 1980) e quando necessário foi solicitado ao respectivo especialista que revisasse a sua opinião.

Uma vez alcançada a consistência, foram utilizadas as médias geométricas das avaliações individuais de cada par e aplicado novamente o processo AHP para a obtenção dos pesos relativos entre os indicadores.

O resultado deste processo já produz um resultado normalizado, onde os pesos relativos dos indicadores específicos de uma determinada função reguladora somam 1, assim como os pesos relativos entre todas as funções reguladoras, que compõem o IGR.

4.4.5 Determinação dos graus de penalização máximos aos indicadores estratégicos devido ao desempenho das áreas transversais

Conforme descrito em 4.4.3, é necessária a adoção de um critério que traduza a influência das áreas transversais elencadas na Tabela 4.1 em cada função reguladora principal. Isso foi feito conjuntamente com a determinação dos critérios de desempenho apresentado em 4.4.6, solicitando a cada especialista (Questionário 3 do Apêndice A) que atribuísse o grau máximo de penalização (P_{max}) com que um indicador transversal pudesse

afetar uma função principal (indicador estratégico), caso o desempenho do primeiro não fosse aceitável.

Como praticamente são os mesmos servidores que exercem as diferentes funções reguladoras na CNEN, a quantidade de servidores em exercício em relação ao planejado é uma questão que afeta todas as funções reguladoras de maneira integrada. Portanto, recursos humanos foi tratado como uma área transversal, que penalizará o IGR (indicador composto) e não foi associada a funções reguladoras específicas.

Uma vez estabelecido um P_{max} , é possível calcular o fator de penalidade (P) para a respectiva função principal, com base no desempenho de um indicador transversal específico, conforme demonstrado a seguir.

4.4.6 Determinação de critérios de desempenho para os indicadores específicos e transversais e cálculo do fator de penalidade (P)

Para cada indicador específico, foi solicitado aos especialistas que estabelecessem critérios de aceitação, para as seguintes faixas de desempenho: inaceitável (cor vermelha), minimamente aceitável (cor amarela), aceitável (cor branca) e satisfatório (cor verde).

Ao atribuir os critérios de desempenho os especialistas deviam ter em mente as condições apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 –Faixas de desempenho dos indicadores da efetividade reguladora

Indicador	Faixa de desempenho	Ação
Verde	Satisfatória	Não é necessária ação corretiva ou plano de melhorias
Branco	Aceitável	Plano de melhorias, quando for detectada tendência de queda nos indicadores em relação ao período anterior
Amarelo	Minimamente aceitável	Alguma(s) ação(ões) corretiva(s) imediata(s) e plano de melhoria(s)
Vermelho	Inaceitável	Ação(ões) corretiva(s) imediata(s)

Assim cada especialista elicitou (Questionário 3 do Apêndice A) três valores para cada indicador: V_1 , V_2 , V_3 , conforme a Figura 4.3. Para os casos em que o indicador tem um aspecto positivo, ou seja, quanto maior o seu valor, melhor o seu desempenho, os valores de V_1 , V_2 , V_3 deveriam ser decrescentes, já para os casos em que o indicador tem um aspecto depreciativo, ou seja, quanto maior o seu valor, pior o seu desempenho, os valores de V_1 , V_2 , V_3 deveriam ser crescentes. Estes aspectos devem ser levados em consideração no processo de agregação dos indicadores utilizando-se o complemento dos indicadores depreciativos.

O mesmo processo foi usado para atribuir critérios de desempenho para os indicadores das áreas transversais, para sua avaliação de forma isolada.

Utilizando-se o mesmo questionário, foi solicitado aos especialistas que atribuíssem o grau de penalização máximo de cada função reguladora em função do desempenho das áreas transversais, conforme discutido na Seção 4.4.3.

Para se calcular o fator de penalidade (P) dos indicadores das funções reguladoras principais, apenas o valor limite da faixa satisfatório-aceitável (V_2) deve ser usado como limite superior para o grau de penalização máximo (P_{max}) atribuído pelos especialistas na Etapa 2. Essa limitação garante que a penalização só será aplicada se o indicador transversal de uma determinada função reguladora tiver desempenho abaixo do aceitável e o valor do fator de penalidade (P) será tanto maior quanto pior for o desempenho do indicador.

Embora os especialistas tenham elicitado o P_{max} em termos percentuais, o fator de penalização (P) é um número adimensional que deve variar de 0 a $P_{max}/100$, devendo ser calculado da seguinte forma (ver também Figura 4.3):

Para indicadores positivos,

$$P_{nx} = \begin{cases} \frac{C}{V_2} * \frac{P_{xmax}}{100} & , \text{ se } C < V_2 \\ 0 & , \text{ se } C \geq V_2 \end{cases} \quad (4.1)$$

Para indicadores negativos,

$$P_{nx} = \begin{cases} \frac{C-V_2}{100-V_2} * \frac{P_{xmax}}{100} & , \text{ se } C > V_2 \\ 0 & , \text{ se } C \leq V_2 \end{cases} \quad (4.2)$$

em que:

C é o valor de um indicador transversal;

C_{nx} é o valor do Indicador transversal x, em relação à n-ésima Função Reguladora;

P_{nx} é o Fator de Penalização da área transversal x, a ser aplicado à função reguladora n;

$P_{x\text{máx}}$ é o Grau Máximo de Penalização da área transversal x;

V_1, V_2, V_3 são os valores limítrofes entre as faixas de critérios de desempenho “Satisfatório”, “Aceitável”, “Minimamente Aceitável” e “Inaceitável”, respectivamente, de um determinado indicador, conforme a Figura 4.3.

Os critérios de desempenho dos indicadores estratégicos e do IGR, foram determinados, respectivamente, a partir da ponderação dos critérios de desempenho dos indicadores específicos pertinentes e dos indicadores estratégicos, conforme descrito na próxima Seção.

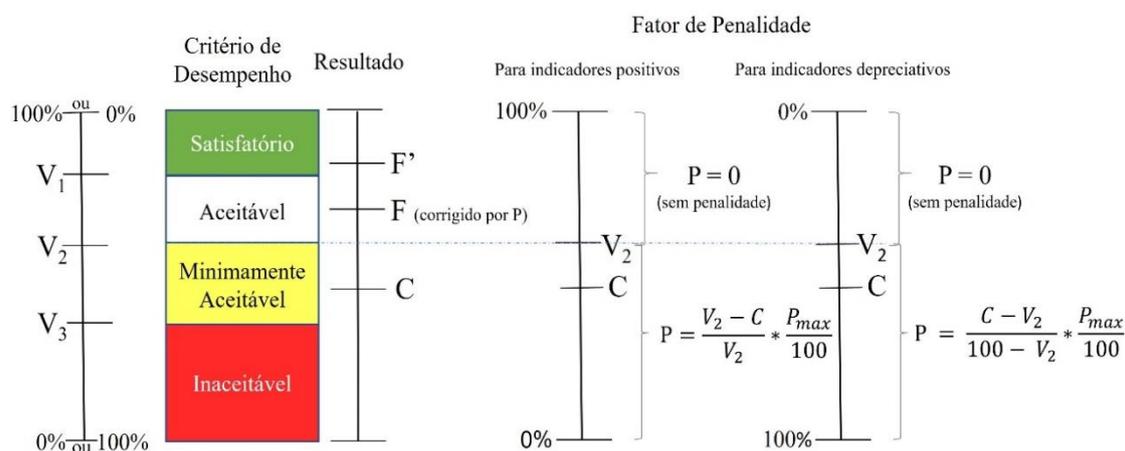


Figura 4.3 - Critérios de Desempenho e Cálculo do Fator de Penalidade

4.4.7 Agregação dos indicadores para a cálculo do IGR-Índice de Efetividade da Gestão Reguladora

Sejam,

F_n - o valor do Indicador da Função Reguladora n, corrigida por Fator de Penalidade (se houver);

I_{ni} - o valor do Indicador Específico i da n-ésima Função Reguladora (indicador “n.i” da tabela 5.1);

P_{nx} - o Fator de Penalização da área transversal x, a ser aplicado à função reguladora n;

P_H - o Fator de Penalização da área transversal “recursos humanos” a ser aplicado ao IGR;

W_{ni} - o peso relativo do i-ésimo Indicador Específico da n-ésima Função Reguladora;

WF_n - o peso relativo da n-ésima Função Reguladora;

IGR-Índice de Efetividade da Gestão Reguladora.

Os valores de cada função reguladora devem ser corrigidos pelos fatores de penalização referentes às áreas transversais de Treinamento, Procedimentos, Gestão, Desempenho do Operador I e Desempenho do Operador II (este último surgido no processo de elicitação, como veremos no Capítulo 5). Já o IGR deve ser corrigido pelo fator de recursos humanos, conforme explicado na Seção 3.3.3.

A agregação dos indicadores específicos (I_{ni}) de cada função reguladora é feita pela somatória da multiplicação do valor de cada indicador pelo seu peso relativo atribuído na Etapa 2, e corrigindo o seu valor pelos fatores de penalização correspondentes, conforme a Eq. (4.3), obtendo-se, assim, o indicador estratégico da respectiva função reguladora (F_n). Conforme Eq. (4.1) e (4.2), para os casos em que um C_{nx} estiver nas faixas “Satisfatório” ou “Aceitável”, o respectivo P_{nx} será nulo e, portanto, não haverá penalidade para a respectiva função reguladora,

$$F_n = (I_{n1} * W_{n1} + I_{n2} * W_{n2} + \dots + I_{nt} * W_{nt}) * (1 - P_{nT}) * (1 - P_{nP}) * (1 - P_{nM}) * (1 - P_{nO}) * (1 - P_{nR}), \quad (4.3)$$

onde t é o número total de indicadores para uma função reguladora n .

Para os indicadores cujo desempenho positivo é inversamente proporcional ao valor, foram usados os valores complementares ($100 - I_{ni}$) para que a agregação mantenha a coerência e o indicador da função reguladora possa refletir a sua efetividade proporcionalmente ao seu valor final (entre 0 e 100 %).

Para a obtenção do IGR, o mesmo processo deve ser usado ponderando-se os valores dos indicadores de cada função reguladora, ajustados pelo Fator de Penalização de Recursos Humanos, conforme a Eq. (4.4):

$$IGR = (F_1 * WF_1 + F_2 * WF_2 + F_3 * WF_3 + F_4 * WF_4 + F_5 * WF_5 + F_6 * WF_6 + F_7 * WF_7) * (1 - P_H) \quad (4.4)$$

Para determinar os valores limites entre as faixas de desempenho de cada função reguladora n , ponderaram-se os critérios de desempenho de cada indicador da respectiva função, conforme Eq. (4.5):

$$V_i(F_n) = \sum_{j=1}^t V_i(I_{nj}) \cdot W_{nj} \quad , i=1,2,3 \text{ e } t=\text{n}^\circ \text{ de indicadores específicos da função } n \quad (4.5)$$

Analogamente, as faixas do critério de desempenho do IGR foram estabelecidas pela ponderação dos critérios de desempenho das funções reguladoras, conforme Eq. (4.6):

$$V_i(IGR) = \sum_{j=1}^7 V_i(F_j) \cdot WF_j \quad , i=1,2,3 \quad (4.6)$$

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A escolha de indicadores, suas importâncias e critérios de desempenho quando é feita por poucos especialistas ou gerentes, e de modo aberto, pode sofrer influências de vieses de adesão ou social. Já o método desenvolvido neste estudo, baseado na opinião anônima dos especialistas, requer um prazo mais longo e um maior trabalho de tratamento dos dados, mas apresenta a possibilidade de reprodutibilidade dos dados e elimina a influência entre os especialistas.

O processo contou com a participação de 18 especialistas, cujas respostas foram computadas para a determinação dos resultados.

Por falta de disponibilidade, um especialista não participou da última etapa referente à escolha dos critérios de desempenho, o que, no entanto, não invalida os resultados obtidos.

Para o tratamento estatístico dos valores elicitados, foram usadas as médias, sendo seus resultados apresentados a seguir.

5.1 INDICADORES ELICITADOS

Utilizando-se a média das avaliações dos especialistas quanto à adequação dos indicadores propostos no trabalho, todos os indicadores específicos e transversais propostos na primeira etapa de elicitação, descritos na Seção 4.4.1, foram classificados como adequados ou razoavelmente adequados.

No processo de elicitação foram sugeridos 4 novos indicadores, sendo 2 referentes a funções reguladoras e 2 a áreas transversais, a saber:

I - Função reguladora “Desenvolvimento de Normas ou Requisitos”

Indicador sugerido: Completude do arcabouço legal

Definição:

Número de atividades reguladoras cobertas pelas normas existentes

Número de atribuições e atividades do órgão regulador

II - Função reguladora “Licença e Autorização”

Indicador sugerido: Grau de independência técnica da Comissão Deliberativa (CD) no processo de tomada de decisão

Definição:

Número de especialistas da área nuclear externos à CNEN na CD

Número total de integrantes da CD

III - Área transversal “Desempenho do Operador”

Indicador sugerido: Recomendações de segurança de avaliações externas independentes, no Operador, não identificadas anteriormente pelo Órgão Regulador

Definição:

Número de recomendações internacionais não identificadas pelo Órgão Regulador

Número total de recomendações de missões internacionais

IV - Área transversal “Cultura de Segurança”

Indicador sugerido: Questões de Segurança levantadas internamente

Definição:

Número de questões de segurança identificadas internamente por servidores

Número de questões de segurança identificadas internamente por servidores agentes externos ou eventos operacionais

Os indicadores sugeridos foram encaminhados para os especialistas (Questionário 1B do Apêndice A) para uma nova rodada de avaliação quanto às suas adequações, por meio da mesma técnica utilizada para avaliar os indicadores propostos pelo trabalho e acompanhados da justificativa para a sua adoção e de um contraponto. Ao final dessa segunda rodada de elicitação, apenas os indicadores I e III (transformados em Indicadores 1,6 e R), listados acima, foram considerados como aplicáveis, ou seja, obtiveram média > 1,5 (entre pouco adequado e razoavelmente adequado).

Os resultados apurados no processo de elicitação, quanto ao grau de adequação dos indicadores, atribuídos por cada especialista, são apresentados no Apêndice B e os indicadores escolhidos são apresentados resumidamente na Tabela 5.1 e mais detalhadamente Seção 4.4.1 e nos itens I e III desta Seção.

Cabe salientar que na primeira rodada de elicitação houve contribuições dos especialistas para a melhoria no texto da definição de alguns indicadores, que foram incorporadas, sem que alterassem seus significados.

Tabela 5.1 – Indicadores Estratégicos, Específicos e Transversais

Funções principais (Indicadores Estratégicos)	IE - Indicadores Específicos (%)
1 – Normas & Requisitos	1.1 Normas & Requisitos (N&R) elaborados/ planejados 1.2 Normas & Requisitos revisados/ planejados 1.3 N&R elaborados/revisados usando referência da AIEA/ R&G elaborados/revisados 1.4 N° de novos “Safety Requirements” avaliados/Total de “Safety Requirements” emitidos pela AIEA 1.5 N° de requisitos alterados devido a consulta pública/ Total de sugestões de alteração 1.6 N° de áreas e atividades cobertas pelos N&R /Total de áreas e atividades que deveriam ser cobertas
2 – Avaliação de Segurança	2.1 Avaliações de segurança realizadas/ planejadas 2.2 Pareceres técnicos aprovados / Total de pareceres emitidos 2.3 PAETs avaliados / Total de PAETs submetidos 2.4 Relatórios de eventos (REN1) avaliados / Total de REN1 submetidos
3 – Licença & Autorização	3.1 Decisões de CD “ad referendum” / Total de decisões da CD 3.2 Licenças emitidas for a do prazo / Total de renovações de licenças emitidas 3.3 Resoluções da CD revisadas / Total Resoluções publicadas
4 - Inspeção	4.1 Inspeções realizadas / planejadas 4.2 Inspeções que cobriram integralmente a Lista de Verificação / Total de inspeções realizadas 4.3 Relatórios de inspeções emitidos no prazo / Total de inspeções realizadas
5 - Coerção	5.1 Exigências não atendidas (pelo requerente) no prazo / Total de exigências 5.2 Não-conformidades recorrentes / Total de Não-conformidades 5.3 Condicionantes não atendidas no prazo / Total de condicionantes 5.4 Exigências revistas ou canceladas / Total de exigências
6 – Preparação & Resposta a Emergência	6.1 Procedimentos de emergência atualizados / Total de Procedimentos 6.2 N° de respostas a exercícios de emergência /N° total de exercícios realizados 6.3 N° de respostas a ativação de emergência (caso real) /N° total de ativações reais 6.4 Tempo de disponibilidade do Sistema Argos /ano
7 – Comunicação & Consulta	7.1 Reuniões realizadas com os requerentes / Total de reuniões planejadas 7.2 N&R atualizados no sítio eletrônico do regulador / Total N&R 7.3 N° de respostas às solicitações de informações no prazo / N° total de solicitações 7.4 N° Demandas de órgãos de controle pendentes ou não aceitas/ N° total de demandas
Áreas Transversais	C – Indicadores Transversais (%)
Treinamento	T Treinamento realizados/ planejados
Procedimentos	P Processos regulados por procedimento / Total de processos
Gestão	M Deficiências apontadas por órgãos de controle para uma determinada função reguladora / Total de deficiências apontadas por órgãos de controle
Desempenho Operacional I	O N° de ocorrências reportáveis que poderiam ter sido evitadas pela efetiva implantação de uma função reguladora / Total ocorrências reportáveis
Desempenho Operacional II	R N° de deficiências apontadas por revisões independentes desconhecidas pelo regulador/ total deficiências apontadas
Recursos Humanos	H N° de servidores necessários / total servidores disponíveis

5.2 PESOS RELATIVOS ENTRE OS INDICADORES

O processo de elicitação dos pesos relativos entre indicadores utilizando o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) demandou que sete especialistas refizessem suas avaliações por pares devido a não alcançarem uma razão de consistência satisfatória ($CR \leq 0,1$). Tais fatos ocorreram, principalmente, quando havia muitos pares de indicadores a serem comparados, como no caso dos indicadores estratégicos e dos indicadores da função reguladora “Desenvolvimento de Normas ou Requisitos”. Similar dificuldade é relatada por DIGRAVIO et al. (2016).

Esses especialistas revelaram que teriam mais facilidade caso fosse solicitado que se atribuísse um grau 10 para o(s) indicador(es) mais relevantes e depois arbitrassem os valores dos outros indicadores proporcionalmente às suas importâncias em relação ao(s) primeiro(s). Ao final, uma normalização dos resultados daria o peso relativo entre os indicadores.

Como uma alternativa para enfrentar essas dificuldades, GAVIÃO et al. (2021) apresentam um procedimento prático e simples, fundamento no princípio lógico da transitividade na aplicação à escala do AHP, que reduz, consideravelmente, o número de avaliações e suas inconsistências.

Os resultados, apresentados na Figura 5.1, apontam que os especialistas consideram as funções Avaliação de Segurança e Inspeção como as mais relevantes entre as funções reguladoras, seguidas da Regulação e Autorização. No Apêndice B, são apresentados mais detalhes dos cálculos para a obtenção dos pesos relativos.

5.3 FATORES DE PENALIZAÇÃO MÁXIMOS (P_{max})

Os fatores de penalização máximos a serem aplicados aos indicadores estratégicos (funções reguladoras) ou no IGR são apresentados na Tabela 5.2, em valores percentuais.

A deficiência de recursos humanos foi apontada como a área transversal que pode afetar mais negativamente a efetividade reguladora.

5.4 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

Alguns critérios de desempenho apontados pelos especialistas tiveram uma variabilidade razoável demonstrando diferentes visões de quanto o valor de um

determinado indicador é aceitável. Tal fato é natural, à medida que alguns especialistas são mais exigentes que outros e, também, indica o desafio de se estabelecer metas que equilibrem a busca pela melhoria dos processos com a factibilidade de se alcançar as mesmas.

Os resultados dos critérios de desempenho para os indicadores estratégicos e específicos estão apresentados na Figura 5.1 e os referentes aos indicadores transversais são apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Fator de Penalidade Máximo (P_{max}) e Critérios de Desempenho para os Indicadores Transversais

Indicadores Transversais (para determinação dos fatores de penalidade)	P_{max} (%)	Critério de Desempenho (%)		
		V_1	V_2	V_3
Treinamento (T)	25	86	76	63
Procedimentos (P)	36	90	80	68
Gestão (M)	24	15	24	36
Desempenho do Operador I (O)	35	10	20	27
Desempenho do Operador II (R)	22	16	26	37
Recursos Humanos (H)	45	91	83	73

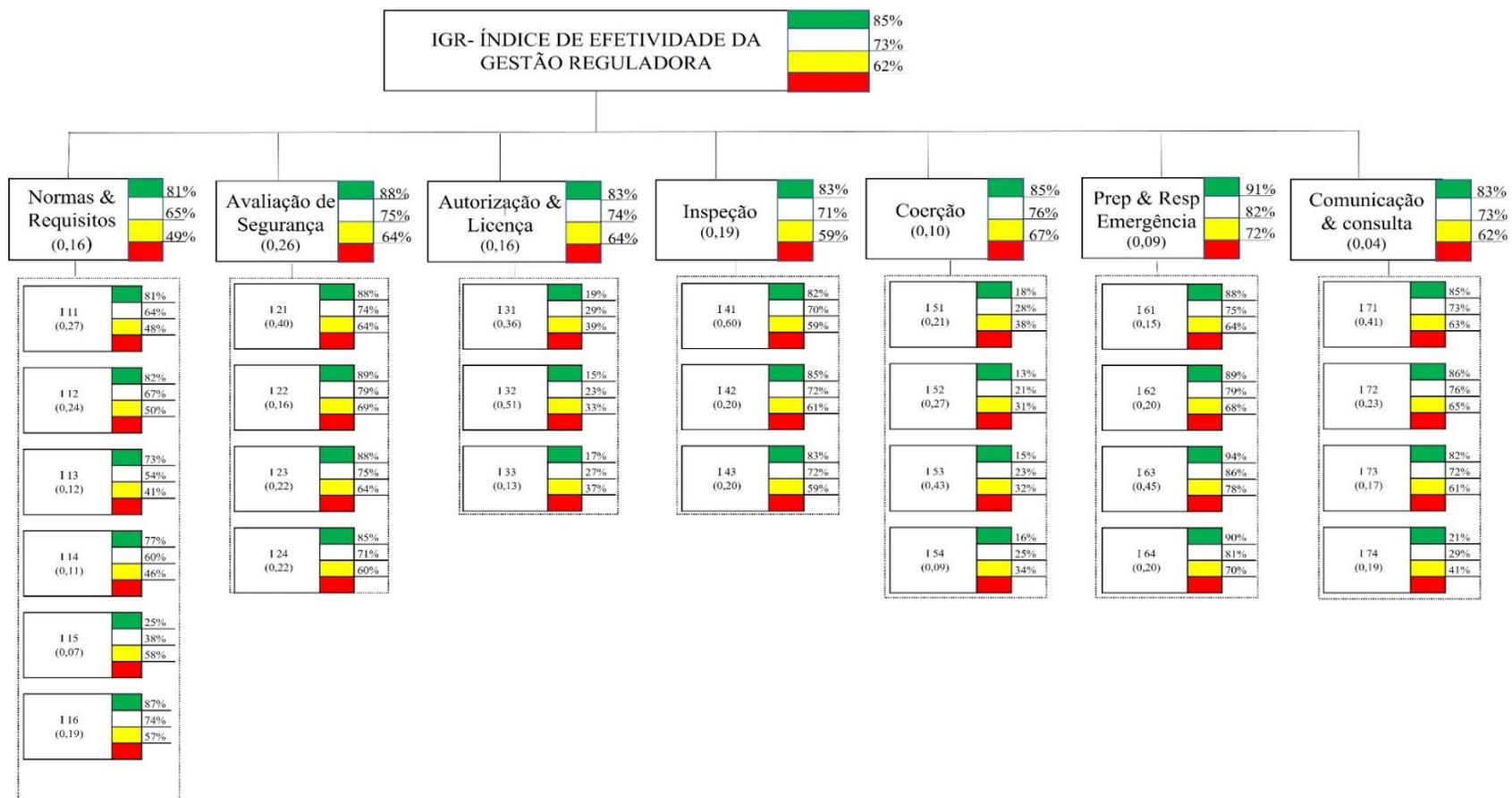


Figura 5.1 - Pesos Relativos e Critérios de Desempenho para Indicadores Específicos, Estratégicos e Composto (IGR)

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Deficiências na implantação das funções reguladoras podem impactar negativamente a robustez e completude das decisões técnicas, que infelizmente não podem ser mensuradas por meio de indicadores. No entanto, o uso de indicadores pode verificar, da forma mais proativa possível, se há uma gestão eficaz dessas funções, de modo a subsidiar as decisões do órgão regulador.

Este trabalho apresentou uma metodologia para a definição e agregação de indicadores para medir a efetividade da gestão das funções reguladoras, para o alcance da segurança nuclear, traduzida num indicador composto chamado de Índice de Efetividade da Gestão Reguladora (IGR). Baseado na opinião de especialistas, o estudo além de escolher os indicadores mais apropriados para cada função reguladora principal (IAEA, 2018) e para as áreas transversais que afetam mais diretamente essas funções principais, estabeleceu a importância relativa e os critérios de desempenho para cada indicador.

Embora as funções reguladoras principais e as áreas transversais se apliquem a todas as áreas da CNEN, o estudo foi limitado à opinião de especialistas atuantes na área de reatores nucleares. Assim, caso a CNEN opte pela utilização do sistema de indicadores proposto neste trabalho, a sua aplicação deverá, necessariamente, ser objeto de análise crítica pelas demais áreas que executam essas funções. Caso surjam novos indicadores específicos, a mesma metodologia, descrita no Capítulo 4, deverá ser aplicada.

O sistema de indicadores propostos permite avaliações sintéticas e sistêmicas, e o IGR permite uma visão holística da efetividade da gestão reguladora. Além disso, é apresentada uma nova abordagem para a consideração dos indicadores transversais na agregação de indicadores, por meio de um fator de penalização no indicador estratégico (função reguladora principal), caso uma área transversal tenha deficiência de desempenho.

A introdução do Fator de Penalidade minimiza os efeitos da interdependência entre indicadores estratégicos e indicadores transversais, evitando que o impacto de uma mesma deficiência seja considerado duas vezes, quando agregado em um indicador composto.

O cálculo rotineiro do IGR e seus indicadores pode viabilizar um processo de melhoria contínua da gestão reguladora voltada à segurança, permitindo inclusive uma priorização das medidas a serem implantadas. Enquanto o IGR pode auxiliar a alta gerência e o público a terem uma visão global da efetividade da gestão reguladora, os indicadores específicos podem ser usados pelas gerências intermediárias para aprimorar processos, mesmo antes que estes impactem negativamente o IGR.

O estudo é resultado de experiências e algumas características típicas do órgão regulador brasileiro, por isso seus resultados apresentam alguns indicadores particulares e outros mais genéricos, fato que não recomenda a sua aplicação direta por outros órgãos. No entanto, o método pode ser facilmente aplicado para a determinação de indicadores em outros reguladores nucleares.

Adicionalmente, este método pode ser adaptado a reguladores de outras áreas, além do campo nuclear, para desenvolver indicadores para avaliar a efetividade de suas funções. Para isso, o método deve ser customizado para cada área de aplicação candidata, o que pode ser uma tarefa complexa e requer especialistas nessas áreas para liderar o processo de customização.

Recomendamos que o IGR seja calculado anualmente e, dependendo do tamanho do regulador e do número de instalações licenciadas, alguns indicadores devem ter seus períodos de medição estendidos, de forma a permitir uma amostragem mais realista. Por exemplo, para indicadores que monitoram atividades ou resultados de baixa ocorrência, o período considerado poderia contemplar os 3 ou 5 anos anteriores, ainda que seus cálculos sejam atualizados anualmente.

De todos os indicadores sugeridos o mais desafiador para sua obtenção é o indicador transversal “Desempenho do Operador I”, que faz uma correlação entre os eventos operacionais dos licenciados e a efetividade das funções reguladoras principais, pois as sistemáticas para a avaliação de eventos operacionais, atualmente disponíveis, buscam sempre as causas diretas ou indiretas dentro dos operadores ou dos fornecedores, mas nunca avaliam se uma efetiva ação reguladora poderia ter evitado um determinado evento. Assim, sugere-se, como trabalho futuro, que seja desenvolvida uma metodologia específica para esse fim.

Também se sugere, como trabalho futuro, um projeto de pesquisa para o desenvolvimento de questões de calibração de especialistas aplicáveis à elicitación de indicadores, nos moldes do trabalho aqui apresentado, possibilitando a comparação dos resultados entre pesos iguais e ponderação de especialistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESJ, 2014, *The Fukushima Daiichi Nuclear Accident - Final Report of the AESJ Investigation Committee*, Atomic Energy Society of Japan, Springer, Tokyo, Japan.

ARAÚJO, J. B., 2006, Um Modelo de Indicadores Críticos de Segurança para Ações Regulatórias em Usinas Nucleares Baseado em uma APS Nível 1, Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Nuclear, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

ARPANSA, 2016-2017, Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency-Self-assessment report. Disponível em: <<https://www.arpansa.gov.au/sites/g/files/net3086/f/self-assessment-report2016-17.pdf>>. Acesso em: 18/01/2018.

AYYUB, B. M., (2001), *Elicitation of Expert Opinions for Uncertainty and Risks*. 1 ed. Boca Raton, FL, CRC Press LCC.

BEATTIE E., MACKWAY-JONES K., 2004, “A Delphi study to identify performance indicators for emergency medicine”, *Emergency Medicine Journal*, Jan; v. 21(1): pp. 47-50.

BUCHANAN, L. & O’CONNELL, A., 2006, “A Brief History of Decision Making”, *Havard Business Review*, Jan;84(1):32-41, 132.

CAMPOS, R. D., HYDE, E. P. D., BARBOSA, S., SEO, E. S. M., 2012, “Indicadores como Ferramenta de Avaliação da Eficácia do Sistema de Gestão em SST e Ambiental”. Disponível em: <http://www.pucsp.br/icim/ingles/downloads/papers/TL_035.pdf>. Acesso em: 18/01/2018.

CARVALHO, J. A. B., 2009. Uma Proposta de Agrupamento de Indicadores para Avaliação da Efetividade do Gerenciamento da Segurança de Usinas Nucleares, Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Nuclear, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

CARVALHO, J.A.B., FRUTUOSO E MELO, P.F., LAPA, C. M. F., 2022, “A Method for Monitoring and Evaluating the Management of a Nuclear Regulatory Body Using a New Approach for Cross-cutting Indicators”, *Nuclear Technology*, published online, DOI: 10.1080/00295450.2022.2050041

CASTRO, R. B., 2006, “Eficácia, Eficiência e Efetividade na Administração Pública”, In: 30º Encontro da ANPAD, 23 a 27/set, Salvador. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/jefferson/disciplinas/gestao-de-projetos/delegacao-e-eficacia/enanpad2006-apsa-1840.pdf/view>>. Acesso em: 12/02/2022.

CHIAVENATO, I, 2004, *Introdução à teoria geral da administração*, 7 ed., Rio de Janeiro, Elsevier Ltda.

CLEMEN, R. T., 2008, “Comment on Cooke’s classical method”, *Reliability Engineering and System Safety*, v. 93, pp. 760-765.

COOKE, R.M., GOOSSENS, L.H.J., 1999, *Procedures Guide for Structured Expert Judgement*, European Commission EUR 18820 EN.

COOKE, R.M., GOOSSENS, L.H.J., 2000, “Procedures Guide for Structural Expert Judgement in Accident Consequence Modelling”, *Radiation Protection Dosimetry*, v. 90, n. 3, pp. 303-309.

COOKE, R. M., PROBST, K. N., 2006, “Highlights of the Expert Judgment Policy Symposium and Technical Workshop”, *Conference Summary*. Disponível em: <<http://www.rff.org/files/sharepoint/Documents/Conference-Summary.pdf>>. Acesso em: 01/05/2022.

DAMIANI, W. B., 2004, *Indicadores de Performance Empresarial: Quantidade, Forma e Conteúdo*, Relatório de pesquisa FGV/EAESP/NPP, n.4. Disponível em : <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/3190/P00270_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18/05/2022.

DELBECQ, A. L.; VANDEVEN, A. H, 1971. "A Group Process Model for Problem Identification and Program Planning". *Journal of Applied Behavioral Science*. 7: 466–91.

DIAS, L. C., MORTON, A., QUIGLEY, J., 2018, “Elicitation: State of the Art and Science”. In: *Elicitation, The Science and Art of Structuring Judgement*, v. 261, *International Series in Operations Research & Management Science*, Springer International Publishing, pp. 1-14.

DIGRAVIO, G., PATRIARCA, R., MANCINI, M., COSTANTINO, F., 2016, “Overall safety performance of the Air Traffic Management system: The Italian ANSP's experience on APF”, *Research in Transportation Business & Management*, v. 20, pp. 3-12.

DOS SANTOS, V. M., GRECCO, C. H. S., CARVALHO, R. J. M., CARVALHO, P.V.R., 2020, “A fuzzy model to assess the resilience of Protection and Civil Defense Organizations”, *Quality & Quantity*, v.54, pp. 735–759.

FLANDOLI, F., GIORGI, E., ASPINALL, W.P., NERI, A., 2011, “Comparison of a new expert elicitation model with the Classical Model, equal weights and single experts, using a cross-validation technique”, *Reliability Engineering and System Safety* v.96, pp.1292-1310.

GAO, Y., FAN, Y., WANG, J., DUAN, Z., 2019, “Evaluation of governmental safety regulatory functions in preventing major accidents in China”, *Safety Science*, v. 120, pp 299-311.

GAVIÃO, L. O., LIMA, G. B. A., GARCIA, P. A. A., 2021, “Procedimento de Redução das Avaliações do AHP por Transitividade da Escala Verbal de Saaty”, Engenharia de Produção: Além dos Produtos e Sistemas Produtivos, Editora Atena, 1ed , pp. 88-102.

GIGERENZER, G, 2001, “Decision Making: Nonrational Theories”, In: International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences, v. 5. Elsevier, pp. 3304–3309.

GONÇALVES, E., BRAGA, F. M. S. A., CAMPOS, E. S. A., 2011, “Avaliação executiva de indicadores no governo do Estado de Minas Gerais: análise da implementação de uma ferramenta de monitoramento e avaliação”, Revista de Administração Pública, v. 45(6), pp. 1891-1914.

GOOSSENS, L.H.J., COOKE, R.M., HALE, A.R., RODIC-WIERSMA, L., 2008, “Fifteen years of expert judgement at TUDelft”, Safety Science, v. 46, pp 234-244.

GOSLING, J. P., 2014, “Methods for eliciting expert opinion to inform health technology assessment”, Disponível em: <<https://www.mrc.ac.uk/documents/pdf/methods-for-eliciting-expert-opinion-gosling-2014/>>. Acesso em: 18/01/2018.

GOSLING, J. P., 2018, “SHELF: The Sheffield Elicitation Framework”. In: Elicitation, The Science and Art of Structuring Judgement, v. 261, International Series in Operations Research & Management Science, Springer International Publishing, pp. 61-93.

GRECCO, C. H. S., VIDAL, M. C .R., COSENZA, C. A. N., DOS SANTOS, I. J. A. L., CARVALHO, P. V. R., 2014, “Safety culture assessment: A fuzzy model for improving safety performance in a radioactive installation”, Progress in Nuclear Energy, v. 70, pp 71-83.

GROŠELJ P., STIRN, L. Z., 2012, “Acceptable consistency of aggregated comparison matrices in analytic hierarchy process”, European Journal of Operational Research, v. 223, pp. 417-420.

IAEA, 1992, The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1, INSAG-7, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 1999, Assessment of regulatory effectiveness-Peer discussions on regulatory practices, Peer Discussions on Regulatory Practices PDRP-4, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2001, Quality Management of the Nuclear Regulatory Body-Peer Discussions on Regulatory Practices, Peer Discussions on Regulatory Practices PDRP-6, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2006, Fundamental Safety Principles, SF-1, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2013, Integrated Regulatory Review Service (IRRS) Guidelines for the Preparation and Conduct of IRRS Missions, Services Series 23, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2014, Self-assessment of the Regulatory Infrastructure for Safety (SARIS) Guidelines, Services Series 27, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2015, Guidelines regarding National Reports under the Convention on Nuclear Safety, Information Circular INFCIRC 572, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2016a, Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety, GSR Part 1/Rev. 1, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2016b, Leadership and Management for Safety, GSR Part 2, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2017, Convention on Nuclear Safety documents. International Atomic Energy Agency. Disponível em < h <https://www.iaea.org/topics/nuclear-safety-conventions/convention-nuclear-safety/documents> >. Acesso em: 08/06/2022.

IAEA, 2018, Functions and Processes of the Regulatory Body for Safety, GSG-13, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IAEA, 2020, Safety Culture Practices for the Regulatory Body, TECDOC-1895, International Atomic Energy Agency, Vienna.

IDH, 2010, Índice de Desenvolvimento Humano, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em <https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-%C3%A9-o-idh> Acesso em 20/04/2022.

ISO, 2015a, Quality management systems - Requirements, ISO 9001, International Organization for Standardization.

ISO, 2015b, Quality management systems - Fundamentals and vocabulary, ISO 9000, International Organization for Standardization.

ISO, 2018, Quality management - Quality of an organization - Guidance to achieve sustained success, ISO 9004, International Organization for Standardization.

JACOBS, R., SMITH, P., GODDARD, M., 2004, “Measuring performance: An examination of composite performance indicators”, In: CHE Technical Paper Series 29, University of York, UK.

KELLY, D., SMITH, C., 2011, Bayesian Inference for Probabilistic Risk Assessment: A Practitioner's Guidebook, Springer, London.

LAZZARINI, C. M., 2013, Sistema de Gestão Baseado em Indicadores de Desempenho: da Compreensão à Prática, trabalho de conclusão de curso de especialização em Administração Pública, UFRGS, Porto Alegre.

LINSTONE, H. A., TUROFF, M., 1975. The Delphi Method: Techniques and Applications, Addison-Wesley, London.

MEYER, M. A., BOOKER, J. M., 2001, Eliciting and analyzing expert judgement - a practical guide, American Statistical Association and Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA.

MONTEIRO, G. P., 2014, Uma Proposta de Indicadores de Segurança com Foco em Fatores Humanos e Organizacionais como Ferramenta de Prevenção de Acidentes, Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Nuclear, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

MPOG, 2012, “Indicadores - Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública”, 1a Edição, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 1a Edição, Disponível em: <http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/777/46> , Acessado em:18/05/2022.

MUNARETTO, L. F., CORRÊA, H. L., CUNHA, J. A. C., 2013, “Um Estudo sobre as Características do Método Delphi e de Grupo Focal, como Técnicas na Obtenção de Dados em Pesquisas Exploratórias”, Revista de Administração da UFSM, v. 6, n. 1, pp. 09-24.

NAIIC, 2012, The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident, Independent Investigation Commission, National Diet of Japan, Tokyo.

NEA, 2001, Improving Nuclear Regulatory Effectiveness, Nuclear Energy Agency-OECD, Paris, Disponível em: <https://www.oecd-nea.org/nsd/reports/nea3148-effectiveness.pdf> , Acessado em: 12/06/2022.

NEA, 2004 Direct Indicators of Nuclear Regulatory Efficiency and Effectiveness-Pilot Project Results, Nuclear Energy Agency-OECD, ISBN 92-64-02061-6, Paris.

NEA, 2006, Regulatory Challenges in Using Nuclear Operating Experience, Nuclear Energy Agency-OECD, ISBN 92-64-01083-1, Paris.

NEA, 2008, The Regulatory Goal of Assuring Nuclear Safety, Nuclear Energy Agency-OECD, ISBN 978-92-64-99044-9, Paris.

NEA, 2011, Improving Nuclear Regulation, Nuclear Energy Agency-OECD, NEA/CNRA/R(2011)10, Paris.

NEA, 2014, The Characteristics of an Effective Nuclear Regulator, Nuclear Energy Agency-OECD, NEA/CNRA/R(2014)3, Paris.

NNR, 2015/16, South Africa National Nuclear Regulator-Annual Report, Disponível em: <http://www.nnr.co.za/nnr-library/nnr-annual-performance-reports/>, Acessado em: 18/02/2022.

NRC, 1996, Branch Technical Position on the Use of Expert Elicitation in the High-Level Radioactive Waste Program, NUREG 1563, US Nuclear Regulatory Commission, Rockville-MD.

ØIEN, K., 2001, “A framework for the establishment of organizational risk indicators”, *Reliability Engineering & System Safety*, v. 74, n. 2, pp. 147-167.

ONR, 2017-2018, “Office for Nuclear Regulation Corporate Plan, Disponível em: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/625497/onr-corporate-plan-2017-2018.pdf, Acessado em 05/12/2017.

PASMAN, H., ROGERS W., 2014, “How can we use the information provided by process safety performance indicators? Possibilities and limitations”, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 30, pp. 197-206.

PESTANA, M. A., 2017, Elicitação de especialistas em estudos de confiabilidade e análise de risco, Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP, São Paulo.

PNRA, 2016, Pakistan Nuclear Regulatory Authority-Annual Report, Disponível em: <http://www.pnra.org/upload/pnrarpt/PNRA%20Annual%20Report%202016.pdf>, Acessado em: 18/02/2022.

PODGÓRSKI, D., 2015, “Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHP-based selection of leading performance indicators”, *Safety Science*, v. 73, March 2015, pp. 146-166.

RAIFFA, H., 2002, “Decision Analysis: A Personal Account of How It Got Started and Evolved”, *Operations Research*, v 50(1), pp.179-185.

ROBINS, E., 2001, “A Brief History of Decision-Making”, White Paper from Technology Evaluation Corp., Disponível em: http://www.ibrarian.net/navon/paper/A_Brief_History_of_Decision_Making.pdf?paperid=280933, Acessado em: 12/01/2022

RODRÍGUEZ. R. R., SAIZ, J. J. A., SÁEZ, M. J. V., 2010, “Aggregation of performance measures for supporting decision makers”, In: XIV Congreso de Ingeniería de Organización, pp. 77-86, San Sebastián, Espanha, Setembro de 2010.

SAATY, T. L., 1991, Método de Análise Hierárquica, Editora São Paulo, McGraw-Hill & Macron Books.,

SANDRONI, P., 1996, Dicionário de Administração e Finanças, São Paulo, Editora Best Seller, p. 149.

SANO, H., MONTENEGRO FO, M. J. F., 2013, “As Técnicas de Avaliação da Eficiência, Eficácia e Efetividade na Gestão Pública e sua Relevância para o Desenvolvimento Social e das Ações Públicas”, Editora Unijuí, ano 11 n. 22.

SIMOLA, K., MENGOLINI, A., BOLADO-LAVIN, R., 2005, Formal Expert Judgement an Overview, Joint Research Center - European Commission, EUR 21772 EN, 2005.

SINGAL, A. G., HIGGINS, P. D. R., WALJEE, A. K., 2014, “A Primer on Effectiveness and Efficacy Trials, Clinical and Translational Gastroenterology, v. 5(1), e45.

VALENTIM, M. L. P., 2002, “Inteligência Competitiva em Organizações: dado, informação e conhecimento”, Revista de Ciência da Informação - v.3, n.4, pp.1-23.

WILMOT R. D. & GALSON, D. A., 2000, “Expert Judgement in Performance Assessment”, Swedish Nuclear Power Inspectorate, ISRN SKI-R-00/4—SE, Stockholm.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS DO PROCESSO DE ELICITAÇÃO

O processo de elicitação foi composto de quatro etapas a saber:

1A - Avaliação da adequação dos indicadores propostos e sugestão de novos indicadores;

1B - Avaliação da adequação dos indicadores sugeridos na etapa 1A;

2 - Avaliação da importância relativa entre os indicadores (para determinação dos pesos relativos);

3 - Determinação do grau máximo de penalização e dos critérios de desempenho para os indicadores.

Para cada etapa foi submetido um questionário aos especialistas, conforme apresentados em A.1 a A.4, de forma resumida, onde as questões repetitivas foram excluídas.

A.1 - ETAPA 1A: AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DOS INDICADORES PROPOSTOS E SUGESTÃO DE NOVOS INDICADORES

INTRODUÇÃO

A avaliação da efetividade através de indicadores ainda não é amplamente utilizada por reguladores nucleares, embora seja comum para os operadores. Um projeto piloto foi iniciado pela NEA/OECD (2004), que apresentou 32 possíveis indicadores (alguns dos quais sugeridos neste trabalho), mas não sofreu continuidade.

Ao se pesquisar sobre o uso de indicadores por reguladores encontramos poucos (Reino Unido, Espanha, Paquistão, África do Sul e Austrália) que se utilizam de um conjunto de indicadores, mas não há uma harmonização entre estes.

A CNEN conta com alguns indicadores que foram desenvolvidos como recomendação do TCU, mas estes são muito limitados e não têm sido utilizados conforme a ótica deste trabalho.

Para uma primeira proposta de indicadores para cada função reguladora, este trabalho leva em consideração tanto as poucas referências disponíveis, como a nossa experiência de 36 anos de atuação na CNEN. Cabe ressaltar que esse conjunto de indicadores é apenas

uma sugestão, sendo que a ideia é que esse conjunto possa ser ratificado ou retificado pelos especialistas participantes da pesquisa.

A proposta focará a adoção de indicadores quantitativos, associados às funções reguladoras principais (conforme *Safety Guide IAEA GSG-13 - Regulatory Body Functions and Processes for Safety*). O trabalho também se propõe a levar em conta o desempenho dos operadores quanto à segurança e às áreas transversais, de forma que as influências desses elementos sejam levadas em consideração em cada função reguladora.

Áreas transversais são atividades ou condições que afetam vários elementos que suportam diretamente um determinado tema. Para o caso de reguladores, áreas transversais podem ser definidas como atividades que afetam duas ou mais funções reguladoras. São vários os exemplos de áreas transversais que impactam um regulador: recursos humanos, treinamento, recursos materiais, orçamento, políticas e diretrizes, sistema de gestão, cultura de segurança etc. No entanto, este trabalho se restringirá apenas àquelas que estão mais diretamente associadas à segurança e que são passíveis de serem mensuradas.

Não serão abordados temas como custos, eficiência, ética etc., que são governados por indicadores gerais do Governo Federal e, geralmente, avaliados por órgãos de controle como TCU, CGU e Auditoria Interna.

Antes de elencar os indicadores propostos neste trabalho, é importante fazer as seguintes considerações genéricas em relação ao tema:

- Os indicadores são um meio para auxiliar a gestão e não um fim em si mesmos, pois medem consequência e não causas. Ou seja, apontam deficiência (s) em alguma função reguladora, mas as causas devem ser avaliadas por outros mecanismos para a efetiva correção dessas deficiências.
- De maneira geral os indicadores devem ser: claros, mensuráveis, atingíveis, relevantes e relacionados a um período.
- Nem todo indicador tem o mesmo peso sobre a medição da efetividade de uma função reguladora.
- Os indicadores devem ter metas e estas devem ser, simultaneamente, pertinentes, realizáveis e desafiadoras.

- É importante que o indicador seja tratado estatisticamente, com o objetivo de se ter uma análise de tendências do desempenho, possibilitando, assim, a antecipação de medidas corretivas ou ajustes antes que o desempenho esteja comprometido.
- Cuidados devem ser tomados para que os indicadores não sejam gerenciados por si só, ou seja, manipulações, intencionais ou não, que visem o alcance de metas, sem a busca real pela efetividade da atividade.
- O uso de agrupamento de indicadores permite tanto uma visão macro da instituição, quanto de visões mais específicas das diversas funções reguladoras.

A seguir, para cada função reguladora principal e para cada área transversal, serão apresentados os indicadores propostos. Para cada indicador proposto é apresentada sua definição e a justificativa para a sua adoção.

Sua tarefa é avaliar o grau de adequação de cada indicador proposto, com possibilidade de fazer comentários ou justificativas, se assim desejar. Também é possível deixar de avaliar um determinado indicador, caso você não se sinta confortável em fazê-lo. Neste caso, preencha o campo de comentários com a expressão “prefiro não responder”.

Ao final, para cada função reguladora, se você quiser pode sugerir novos indicadores.

Agradeço desde já a sua participação e fico à disposição para quaisquer esclarecimentos necessários.

Questionário 1A - Avaliação dos indicadores propostos

Função Reguladora #1: Desenvolvimento de Normas ou Requisitos

1.1 Normas elaboradas (em relação ao planejado)

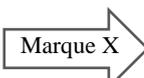
Definição:

Nº total de Normas elaboradas

Nº total de novas Normas planejadas para o período

Justificativa: Mede a capacidade do Regulador de desenvolver as Normas definidas como necessárias para um determinado período. Não está em julgamento, neste caso, se o planejamento foi bem-feito e nem os critérios para determinar a escolha das Normas que serão desenvolvidas.

Importante destacar que este indicador não leva em consideração revisão ou atualização, apenas elaboração de novas Normas

Marque um X na alternativa abaixo, que melhor reflita a sua avaliação em relação ao indicador proposto acima. Caso não se sinta confortável ou não queira responder deixe em branco e escreva no quadro justificativa/comentário “prefiro não responder”.			
Grau 0	Grau 1	Grau 2	Grau 3
Indicador Inadequado (ou já medido por outro indicador mais relevante)	Indicador pouco adequado	Indicador razoavelmente adequado	Indicador adequado
 Marque X			

Caso você tenha atribuído Grau 0 (indicador inadequado) justifique a sua posição no quadro abaixo. Utilize esse quadro também para qualquer comentário que deseje fazer.

Justificativa/Comentário:

A mesma técnica exemplificada acima foi aplicada para cada um dos indicadores propostos.

Ao final da apresentação dos indicadores de cada função reguladora era feita a seguinte pergunta:

Você gostaria de sugerir algum outro indicador para a **Função Reguladora #1 - Desenvolvimento de Normas ou Requisitos?** (Marque um x)

SIM	<input type="checkbox"/>
-----	--------------------------

NÃO	<input type="checkbox"/>
-----	--------------------------

Sugestão de indicadores adicionais:

Neste campo é possível sugerir outros indicadores para a respectiva função reguladora (utilize quantos for necessário)

Indicador Sugerido:
Definição:
Justificativa:

A.2 - ETAPA 1B: AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DOS INDICADORES SUGERIDOS NA ETAPA 1A

Prezada (o) Especialista,

Dentro da primeira Etapa de nossa pesquisa, onde os indicadores propostos foram avaliados quanto às suas adequações, foram sugeridos 4 novos indicadores, para os quais é necessária a mesma avaliação aplicada na primeira Etapa.

Portanto, para cada novo indicador será apresentada sua Definição e uma justificativa para sua adoção. Também será apresentado um contraponto à adoção do referido indicador, de modo a subsidiar a avaliação.

Questionário 1B - Avaliação dos indicadores sugeridos pelos especialistas na etapa anterior

Função Reguladora #1: Desenvolvimento de Normas ou Requisitos

Indicador Sugerido: Cobertura das normas
Definição: Número de atividades reguladores coberto pelas normas existentes Número de atribuições e atividades do órgão regulador
Justificativa: Às vezes, as normas cobrem muito bem áreas prioritárias, mas deixam de lado outras atividades e atribuições do órgão regulador definidas em sua lei de criação. <i>(Está lei deve cobrir os Requisitos da IAEA, mas pode ter características especiais devido à estrutura do país, que devem necessariamente ser cobertas pelas normas nacionais).</i>

Contraponto: A completude do arcabouço Normativo, seja para atender requisitos técnicos ou legislações nacionais, é de suma importância e deve ser a base para o planejamento das Normas a serem desenvolvidas. No entanto, não precisa ser considerado como um indicador, pois após uma verificação inicial dessa completude deve-se desenvolver um plano de revisão ou elaboração de Normas que leve em consideração prioridades e o indicador já proposto mediria o cumprimento desse planejamento

<p>Marque um X na alternativa abaixo, que melhor reflita a sua avaliação em relação ao indicador proposto acima. Caso não se sinta confortável ou não queira responder deixe em branco e escreva no quadro justificativa/comentário “prefiro não responder”.</p>			
Grau 0	Grau 1	Grau 2	Grau 3
Indicador Inadequado (ou já medido por outro indicador mais relevante)	Indicador pouco adequado	Indicador razoavelmente adequado	Indicador adequado

A mesma técnica foi aplicada para cada um dos quatro indicadores sugeridos pelos especialistas.

A.3 - ETAPA 2: AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA RELATIVA ENTRE OS INDICADORES (PARA A DETERMINAÇÃO DOS PESOS RELATIVOS)

INTRODUÇÃO

Caro (a) especialista,

Agradeço a sua participação na primeira etapa, onde foram escolhidos os indicadores mais adequados para cada função reguladora e para as áreas transversais.

A determinação das importâncias relativas será feita pelo Processo Analítico Hierárquico, desenvolvido pelo matemático americano T. L. Saaty, conhecido como AHP (do inglês, *Analytical Hierarchy Process*). Neste processo, são atribuídos graus de importância para cada par de Funções Reguladoras ou para cada par de indicadores específicos, de cada função Reguladora. Após a devolução do questionário com as respostas, será calculado o Índice e a Razão de Consistência (RC), a fim de validar os valores atribuídos.

Para cada par de funções (cada linha da Tabela 2) você deverá atribuir a importância relativa entre essas funções, conforme a escala e informações mostradas na Tabela 1.

Por exemplo, se você considera que a Função “Desenvolvimento de Normas ou Requisitos” tem importância grande em relação à Função “Licença e Autorização”, atribua ao lado da Função mais importante (neste caso, coluna 1) o valor “5”.

Caso você considere que a Função “Inspeção” tem importância muito grande em relação à Função “Licença e Autorização”, atribua ao lado da Função mais importante (neste caso, coluna 4) o valor “7”.

Quando as duas Funções tiverem importâncias iguais (por exemplo “Avaliação de Segurança” e “Inspeção”), atribua o valor “1” ao lado de qualquer uma delas (neste caso, nas colunas 1 ou 4).

Tabela 1		
Grau de Importância	Definição (em relação a efetividade reguladora)	Explicação
1	Mesma importância	As duas funções contribuem igualmente para a efetividade reguladora
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma função em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma função em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma função é fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma função em relação à outra com o mais alto grau de certeza

Na Tabela 2, serão elencadas todas as funções reguladoras, apresentadas em pares, em cada linha da tabela

Veja, abaixo, um exemplo de aplicação:

Exemplo de Tabela 2			
valor #1	Função reguladora # 1	Função reguladora # 2	valor #2
5	Desenvolvimento de Normas	Licença e Autorização	
	Licença e Autorização	Inspeção	7
1	Avaliação de Segurança	Inspeção	

O mesmo processo será usado nas páginas seguintes, onde serão apresentados pares de indicadores propostos/sugeridos, para cada Função Reguladora, ou seja, utilizando-se da mesma escala da Tabela 1, deverão ser atribuídos valores nas colunas pertinentes (naquela referente ao indicador mais importante). Para facilitar o trabalho, em cada página será repetida a escala do grau de importância.

Conforme mencionado no início, após a devolução dos questionários com a atribuição de valores entre os pares será calculado a Razão de Consistência, que verifica a consistência dos valores atribuídos. Como exemplo, podemos imaginar a situação abaixo:

Exemplo de Tabela 2			
valor #1	Função reguladora # 1	Função reguladora # 2	valor #2
5	Indicador ou Função A	Indicador ou Função B	
	Indicador ou Função A	Indicador ou Função C	3
	Indicador ou Função A	Indicador ou Função D	7
1	Indicador ou Função B	Indicador ou Função C	
	Indicador ou Função B	Indicador ou Função D	3
	Indicador ou Função C	Indicador ou Função D	1

Ao se calcular a Razão de Consistência (RC), verifica-se que $RC = 0,45$, ultrapassando o valor limite ($< 0,1$). Observando as notas atribuídas no exemplo acima, percebe-se que o indicador B recebeu o mesmo grau de importância que o indicador C, no entanto, estes dois indicadores tiveram diferentes importâncias quando comparados com o indicador A (1/5 e 3, respectivamente). Essa inconsistência acaba se refletindo na Razão de Consistência, que deve ser sempre menor que 0,1. Nesse caso a avaliação deveria ser refeita.

Para minimizar a possibilidade de inconsistência, principalmente quando se tem um alto número de pares a serem julgados, sugerimos que se crie uma lista ou tabela de prioridades entre as funções ou indicadores.

No caso acima, poder-se-ia listar em ordem decrescente a importância dos Indicadores ou Funções (podendo-se listar dois ou mais indicadores com a mesma importância), por exemplo:

- 1 –Indicador ou Função C e Indicador e Função D
- 2 - Indicador ou Função A
- 3 - Indicador ou Função B

Essa lista facilitaria a atribuição de valores ao se julgar cada par. No exemplo, deveria ser atribuído o mesmo valor quando comparado A com C e A com D, assim como o Indicador ou Função A deveria ter um valor de importância maior que o Indicador ou Função B.

Questionário 2 - Avaliação das importâncias relativas entre os indicadores

Escala de Importância relativa

Grau de Importância	Definição (em relação a efetividade reguladora)	Explicação
1	Mesma importância	As duas funções contribuem igualmente para a efetividade reguladora
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma função em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma função em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma função é fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma função em relação à outra com o mais alto grau de certeza

Atribuição de graus de comparação entre pares de Funções Reguladoras

valor #1	Função reguladora # 1	Função reguladora # 2	valor #2
	Desenvolvimento de Normas	Avaliação de Segurança	
	Desenvolvimento de Normas	Licença e Autorização	
	Desenvolvimento de Normas	Inspeção	
	Desenvolvimento de Normas	Coerção	
	Desenvolvimento de Normas	Preparação e resposta a emergências	
	Desenvolvimento de Normas	Comunicação com o público e partes interessadas	
	Avaliação de Segurança	Licença e Autorização	
	Avaliação de Segurança	Inspeção	
	Avaliação de Segurança	Coerção	
	Avaliação de Segurança	Preparação e resposta a emergências	
	Avaliação de Segurança	Comunicação com o público e partes interessadas	
	Licença e Autorização	Inspeção	
	Licença e Autorização	Coerção	
	Licença e Autorização	Preparação e resposta a emergências	
	Licença e Autorização	Comunicação com o público e partes interessadas	

	Inspeção	Coerção	
	Inspeção	Preparação e resposta a emergências	
	Inspeção	Comunicação com o público e partes interessadas	
	Coerção	Preparação e resposta a emergências	
	Coerção	Comunicação com o público e partes interessadas	
	Preparação e resposta a emergências	Comunicação com o público e partes interessadas	

De maneira análoga, foi solicitado que fossem elicitados o grau de importância relativa para cada par de indicadores, referentes a cada uma das 7 funções reguladoras, sempre precedidos da Tabela 1 que dá os critérios para a escala de importância relativa. Como exemplo é apresentada a tabela de elicitação da função reguladora “Avaliação de Segurança”.

Função Reguladora: Avaliação de Segurança de instalações ou atividades

Tabela 2			
valor #1	Indicador # 1	Indicador # 2	valor #2
	% das avaliações de segurança elaboradas, em relação ao planejado	% de Pareceres Técnicos aprovados, em relação aos PTs elaborados	
	% das avaliações de segurança elaboradas, em relação ao planejado	% de PAETs e PIs avaliados, em relação aos submetidos	
	% das avaliações de segurança elaboradas, em relação ao planejado	% de Relatórios de Eventos avaliados em relação aos submetidos	
	% de Pareceres Técnicos aprovados, em relação aos PTs elaborados	% de PAETs e PIs avaliados, em relação aos submetidos	
	% de Pareceres Técnicos aprovados, em relação aos PTs elaborados	% de Relatórios de Eventos avaliados em relação aos submetidos	
	% de PAETs e PIs avaliados, em relação aos submetidos	% de Relatórios de Eventos avaliados em relação aos submetidos	

A.4 - ETAPA 3: DETERMINAÇÃO DO GRAU MÁXIMO DE PENALIZAÇÃO E DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO PARA OS INDICADORES

Nessa etapa, para cada um dos indicadores transversais foi solicitado o grau de penalização que ele deve ter em relação à função reguladora pertinente e, também, serão solicitados valores para os critérios de desempenho “Satisfatório”, “Aceitável”, “Minimamente Aceitável” e “Inaceitável”, para cada indicador do trabalho.

Como discutido na primeira etapa, as funções transversais podem comprometer a efetividade das Funções Principais, portanto, cada especialista deve atribuir um valor máximo que cada Função Transversal pode penalizar uma Função Principal. Por exemplo a falta de treinamento em Inspeções deveria penalizar a Função ‘Inspeções de instalações ou atividades’ em 5%, 15, ou 30%. Não há limites para os valores, mas cada especialista deve levar em conta que as funções transversais são fatores importantes, mas nem sempre decisivos para o desempenho efetivo de uma determinada função reguladora. Outro dado importante é que na etapa de determinação dos critérios de aceitação para cada indicador, serão também estabelecidas Critérios (faixas) de Aceitação para cada Indicador de função transversal.

Portanto, defina abaixo, na coluna Penalização Máxima, os valores máximos com que cada Indicador Transversal pode penalizar as Funções Principais:

Indicador Transversal	Penalização máxima (em percentual)
Descumprimento do programa de treinamento anual	
Falta de Formalização (através de diretrizes, procedimentos ou instruções) da execução de cada função reguladora	
Deficiências apontadas por órgão (s) independente (s), internos e externos, por função reguladora	
Eventos operacionais, por função reguladora, que poderiam ser evitados pelo exercício efetivo da respectiva função por parte do regulador	
Recomendações de missões internacionais não identificadas anteriormente pelo Órgão Regulador	
Falta de recursos humanos (em relação ao planejado ou necessário)	

INSTRUÇÕES SOBRE A DETERMINAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

Nesta última etapa deverão ser definidos os critérios de desempenho para cada indicador, dividindo-se em faixas de valores: satisfatório, aceitável, minimamente aceitável e inaceitável. Lembrando que os indicadores serão normalizados de 0 a 100 %, assim os

valores atribuídos devem estar em porcentagem que reflita o seu ponto de vista em relação ao grau de aceitabilidade de cada indicador. Portanto para cada indicador deverão ser estabelecidos os valores limites entre tais faixas, nos campos sombreados de azul, conforme ilustração a seguir:

Observe que se o indicador tem um aspecto positivo, os valores devem ser crescentes da faixa “Inaceitável/Minimamente aceitável” para a faixa “Aceitável/Satisfatório” (exemplo 1) e, para os casos que o indicador tenha um aspecto depreciativo, os valores devem ser decrescentes, faixa “Inaceitável/Minimamente aceitável” para a faixa “Aceitável/Satisfatório” (exemplo 2)

Exemplo 1 - Indicador positivo (quanto maior, melhor)

Critério de aceitação	Descrição		valores (%)
Satisfatório	100%	100 %	100%
	Valor acima do qual o indicador é satisfatório	↑	85
Aceitável			
	Valor acima do qual o indicador é aceitável		70
Minimamente aceitável			
	Valor acima do qual o indicador é minimamente aceitável		50
Inaceitável			
	0%	0%	0%

Valores a serem introduzidos pelos especialistas

Exemplo 2 – Indicador depreciativo (quanto menor, melhor)

Critério de aceitação	Descrição		valores (%)
Satisfatório	0%	0 %	0%
	Valor acima do qual o indicador é satisfatório		10
Aceitável			
	Valor acima do qual o indicador é aceitável		35
Minimamente aceitável			
	Valor acima do qual o indicador é minimamente aceitável		60
Inaceitável			
	100%		100%

Valores a serem introduzidos pelos especialistas

Questionário 3 - Determinação do grau máximo de penalização e dos critérios de desempenho para os indicadores.

Função Reguladora #1: Desenvolvimento de Normas ou Requisitos

Indicador 1.1 - Normas elaboradas (em relação ao planejado)

Definição:

$$\frac{\text{Nº total de Normas elaboradas}}{\text{Nº total de novas Normas planejadas para o período}}$$

Preencha os campos sombreados em azul, com os valores (limites) que você considera adequados para satisfazer os critérios de aceitação da primeira coluna

Critério de aceitação	Descrição		valores (%)
Satisfatório	100%	100 %	100%
	Valor acima do qual o indicador é satisfatório		
Aceitável			
	Valor acima do qual o indicador é aceitável		
Minimamente aceitável			
	Valor acima do qual o indicador é minimamente aceitável		
Inaceitável			
	0%		0%

Do mesmo modo, foi solicitada a mesma avaliação para as demais funções reguladoras e para cada indicador específico das mesmas.

APÊNDICE B - RESULTADOS DAS ELICITAÇÕES DOS ESPECIALISTAS

A seguir são apresentados os valores atribuídos por cada especialista nas diversas etapas de elicitação, porém mantendo seu anonimato, conforme premissa do método aplicado. A sigla NR refere-se a “Não Respondeu”, que era uma opção do questionário.

B.1 - Etapa 1: Repostas aos Questionários 1A e 1B - Avaliação da adequação dos indicadores

Tabela B.1.1 – Valores de adequação dos indicadores das Funções F1 e F2

Indicador	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4
Especialistas									
1	2	3	2	3	2	3	2	3	3
2	2	2	3	2	2	3	2	3	3
3	3	3	2	3	1	3	3	3	3
4	2	3	2	2	2	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	2	3	0	1	1	3	3	3	3
7	3	3	2	2	2	3	1	NR	3
8	3	3	3	2	1	2	3	3	3
9	2	2	3	3	1	2	1	3	3
10	3	3	3	3	2	3	3	3	3
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12	1	3	2	3	1	1	3	3	3
13	1	1	2	NR	1	2	2	1	2
14	2	2	3	2	2	2	3	3	2
15	2	2	2	2	1	2	2	2	2
16	2	3	2	3	3	3	3	3	3
17	2	3	3	1	3	3	3	3	3
18	3	2	2	3	1	3	3	3	3
média	2,28	2,61	2,33	2,41	1,78	2,61	2,56	2,82	2,83

Tabela B.1.2 – Valores de adequação dos indicadores das Funções F3 a F5

Indicador	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4
Especialistas										
1	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2
2	1	2	1	3	3	3	3	3	3	2
3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2
4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2
5	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
6	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3
7	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	3	1	3	3	2	1	2	3	3	1
10	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2
11	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
12	3	0	3	2	1	3	3	3	3	2
13	NR	2	NR	2	2	3	1	2	NR	2
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1
16	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2
18	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
média	2,65	2,33	2,24	2,83	2,56	2,78	2,61	2,72	2,88	2,33

Tabela B.1.3 – Valores de adequação dos indicadores das Funções F6 e F7

Indicador	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4
Especialistas								
1	2	3	NR	2	3	3	2	2
2	3	3	3	3	3	3	2	3
3	3	3	3	2	2	2	3	3
4	3	3	3	3	3	2	2	3
5	3	3	3	3	3	3	2	3
6	3	3	3	3	2	3	3	2
7	2	3	3	1	3	2	3	2
8	3	3	3	3	1	2	3	1
9	3	3	3	2	2	3	2	0
10	3	3	3	3	3	2	2	3
11	3	3	3	3	3	3	3	2
12	3	0	3	3	2	3	3	3
13	2	2	2	2	1	3	NR	NR
14	3	3	3	2	2	2	2	3
15	2	2	1	2	2	2	2	2
16	3	3	3	2	3	2	3	2
17	3	3	3	3	2	3	3	3
18	3	3	3	3	3	2	2	3
média	2,78	2,72	2,82	2,50	2,39	2,50	2,47	2,35

Tabela B.1.4 – Valores de adequação dos indicadores transversais

Indicador	T	P	M	O	H	IS* 1	IS* 2	IS* 3	IS* 4
Especialistas									
1	3	3	2	2	3	3	3	2	1
2	3	2	2	1	3	2	1	1	1
3	2	3	2	3	3	2	3	2	1
4	3	3	2	2	3	2	3	2	3
5	3	3	3	3	3	2	1	2	1
6	2	3	2	3	3	2	2	3	2
7	3	3	2	NR	3	2	0	1	0
8	3	3	3	1	3	2	1	3	1
9	3	3	0	0	3	2	2	0	2
10	3	3	2	3	3	1	3	2	3
11	3	3	3	3	3	1	0	1	0
12	3	3	3	1	3	3	1	1	1
13	2	1	NR	NR	0	2	NR	NR	2
14	3	3	3	2	2	1	1	1	2
15	2	2	2	2	2	3	2	3	3
16	3	3	3	3	3	1	1	2	1
17	3	3	2	3	3	2	1	2	1
18	3	3	3	3	3	1	0	1	1
média	2,78	2,78	2,29	2,19	2,72	1,89	1,47	1,71	1,44

* IS referem-se aos indicadores sugeridos pelos especialistas descritos na Seção 5.1, itens I a IV.

B.2 - Etapa 2: Repostas ao Questionário 2 - Atribuição dos Pesos Relativos

A seguir são apresentados, para cada Função Reguladora e o IGR, os resultados dos cálculos dos autovetores, extraídos das matrizes construídas a partir das médias geométricas dos valores atribuídos pelos especialistas e as Razões de Consistência, conforme descrito na Seção 3.3.2.

Tabela B.2 – Pesos Relativos entre os indicadores

									Vetor Eigen (peso relativo)	Razão de Consistência
				MATRIZ						
		1	2	3	4	5	6	7		
	1	1,00	0,60	1,00	0,85	2,00	2,20	3,23	0,16	0,009994099
	2	1,67	1,00	1,78	1,40	3,22	2,83	5,13	0,26	
Funções	3	1,00	0,56	1,00	0,83	2,00	2,20	3,40	0,16	
Reguladoras	4	1,18	0,71	1,20	1,00	1,80	2,40	5,00	0,19	
(IGR)	5	0,50	0,31	0,50	0,56	1,00	1,33	3,00	0,10	
	6	0,45	0,35	0,45	0,42	0,75	1,00	3,00	0,09	
	7	0,31	0,20	0,29	0,20	0,33	0,33	1,00	0,04	
				MATRIZ						
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6			
	1.1	1,00	1,14	2,50	2,57	3,75	1,33		0,27	0,001681887
	1.2	0,88	1,00	2,00	2,33	3,33	1,20		0,24	
Função 1	1.3	0,40	0,50	1,00	1,14	1,75	0,71		0,12	
Normas	1.4	0,39	0,43	0,88	1,00	1,71	0,60		0,11	
	1.5	0,27	0,30	0,57	0,58	1,00	0,40		0,07	
	1.6	0,75	0,83	1,40	1,67	2,50	1,00		0,19	
				MATRIZ						
		2.1	2.2	2.3	2.4					
Função 2	2.1	1,00	2,25	1,89	2,00				0,40	0,002837477
Avaliação de	2.2	0,44	1,00	0,67	0,71				0,16	
Segurança	2.3	0,53	1,50	1,00	1,00				0,22	
	2.4	0,50	1,41	1,00	1,00				0,22	
				MATRIZ						
		3.1	3.2	3.3						
Função 3	3.1	1,00	0,67	3,00					0,36	0,004884773
Licença &	3.2	1,50	1,00	3,67					0,51	
Autorização	3.3	0,33	0,27	1,00					0,13	
				MATRIZ						
		4.1	4.2	4.3						
Função 4	4.1	1,00	3,13	3,00					0,60	0,000212597
Inspeção	4.2	0,32	1,00	1,00					0,20	
	4.3	0,33	1,00	1,00					0,20	
				MATRIZ						
		5.1	5.2	5.3	5.4					
Função 5	5.1	1,00	0,55	0,50	3,00				0,21	0,028514498
Coerção	5.2	1,82	1,00	0,50	2,75				0,27	
	5.3	2,00	2,00	1,00	4,00				0,43	
	5.4	0,33	0,36	0,25	1,00				0,09	
				MATRIZ						
		6.1	6.2	6.3	6.4					
Função 6	6.1	1,00	0,63	0,33	0,80				0,15	0,006680699
Emergência	6.2	1,59	1,00	0,48	0,84				0,20	
	6.3	3,00	2,08	1,00	2,41				0,45	
	6.4	1,25	1,19	0,41	1,00				0,20	
				MATRIZ						
		7.1	7.2	7.3	7.4					
Função 7	7.1	1,00	1,88	2,00	2,42				0,41	0,009375677
	7.2	0,53	1,00	1,42	1,33				0,23	
Comunicação	7.3	0,50	0,70	1,00	0,75				0,17	
	7.4	0,41	0,75	1,33	1,00				0,19	

B.3 - Etapa 3: Repostas ao Questionário 3 - Valores dos Critérios de Desempenho

Tabela B.3.1 - Critérios de Desempenho dos indicadores das Funções F1 e F2

Indicador		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4
Especialistas											
1	V1	80	70	80	80	25	95	99	99	99	90
	V2	50	50	60	50	50	85	97	97	97	80
	V3	20	40	40	40	80	75	95	95	95	70
2	V1	80	80	70	70	10	90	95	90	90	90
	V2	50	50	30	50	20	70	80	70	70	70
	V3	10	10	5	10	60	30	50	50	50	50
3	V1	80	85	85	60	10	85	95	80	85	95
	V2	60	65	65	40	15	75	90	75	75	90
	V3	50	50	50	30	20	60	85	70	70	85
4	V1	80	80	60	80	20	85	80	90	85	90
	V2	60	70	40	60	30	70	70	80	70	75
	V3	50	40	30	50	40	40	60	70	60	60
5	V1	80	80	80	80	30	90	80	90	90	80
	V2	60	60	60	50	50	70	50	80	80	70
	V3	40	40	50	40	80	50	40	70	70	50
6	V1	80	80	70	90	5	90	80	80	90	70
	V2	60	60	50	70	10	80	60	70	70	50
	V3	40	40	40	50	20	70	50	60	60	40
7	V1	90	90	70	90	5	90	95	95	100	100
	V2	80	80	60	80	10	80	92	90	95	95
	V3	70	70	50	70	15	70	90	85	90	90
8	V1	80	80	60	70	30	80	80	90	80	90
	V2	70	70	40	60	50	60	60	80	60	60
	V3	60	60	30	50	80	40	50	70	50	50
9	V1	85	85	90	90	5	90	90	95	90	95
	V2	75	75	75	80	15	80	80	90	80	85
	V3	60	60	60	67	25	67	67	80	67	75
10	V1	75	75	50	80	20	90	95	95	90	95
	V2	60	60	35	70	40	80	85	80	80	90
	V3	50	50	30	60	80	75	70	75	75	85
11	V1	85	85	90	85	60	90	90	85	85	85
	V2	70	70	70	70	70	80	70	70	70	70
	V3	60	60	60	60	85	60	60	60	60	60
12	V1	80	90	60	50	40	90	90	90	80	80
	V2	60	70	45	40	60	75	85	85	60	65
	V3	40	50	30	30	80	60	80	80	40	50
13	V1	70	80	75	70	20	75	90	95	80	60
	V2	35	75	50	50	30	60	60	85	70	50
	V3	20	50	35	35	50	50	50	75	60	40
14	V1	80	80	70	70	50	80	90	80	90	80
	V2	70	70	60	50	60	60	70	70	70	60
	V3	60	60	40	40	80	50	60	60	60	50
15	V1	90	85	75	80	10	80	80	90	90	75
	V2	80	75	60	60	25	70	60	75	75	60
	V3	60	55	45	45	45	50	45	50	50	40
16	V1	85	85	80	80	30	90	85	75	95	95
	V2	70	70	60	70	50	80	70	60	85	85
	V3	60	60	50	50	70	70	60	50	75	75
17	V1	85	90	70	80	50	90	90	90	70	70
	V2	70	75	60	70	60	75	80	85	60	60
	V3	60	60	50	60	70	60	70	75	50	50
MÉDIAS	V1	81	82	73	77	25	87	88	89	88	85
	V2	64	67	54	60	38	74	74	79	75	71
	V3	48	50	41	46	58	57	64	69	64	60

Tabela B.3.2 - Critérios de Desempenho dos indicadores das Funções F3 a F5

Indicador	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4	
Especialistas											
1	V1	5	2	1	80	99	97	3	3	2	3
	V2	10	3	2	70	97	95	5	5	3	5
	V3	15	5	3	60	95	93	8	7	4	7
2	V1	10	5	10	90	80	90	5	20	20	10
	V2	30	10	30	70	60	70	20	40	40	30
	V3	50	50	50	50	30	30	50	70	60	50
3	V1	10	10	10	85	85	85	10	5	2	15
	V2	15	15	15	80	80	75	15	10	5	20
	V3	20	20	20	75	75	70	20	15	8	25
4	V1	20	5	5	90	95	90	20	10	10	10
	V2	30	15	15	80	85	80	30	20	20	20
	V3	40	25	25	70	75	70	40	40	30	30
5	V1	20	20	20	90	70	80	20	10	10	20
	V2	40	30	40	80	50	60	40	20	20	30
	V3	50	40	50	60	40	50	50	30	30	40
6	V1	10	10	10	70	70	80	20	NR	10	10
	V2	20	20	20	50	50	70	30	NR	20	15
	V3	30	30	30	40	40	50	40	NR	30	20
7	V1	0	0	0	90	100	90	10	5	0	10
	V2	5	0	2	85	90	80	20	7	2	15
	V3	10	5	5	70	80	70	30	10	5	20
8	V1	10	10	20	80	80	90	10	10	10	20
	V2	20	20	30	70	70	80	20	20	20	30
	V3	30	30	40	60	60	70	30	30	30	40
9	V1	5	5	5	90	90	90	5	5	5	5
	V2	10	10	10	80	80	80	15	10	10	10
	V3	20	15	15	67	60	67	25	15	15	20
10	V1	10	10	20	90	80	80	10	15	10	5
	V2	20	15	25	75	75	75	15	20	15	10
	V3	25	20	30	70	70	70	20	25	20	15
11	V1	60	60	60	70	80	80	60	60	70	50
	V2	70	80	70	60	70	70	70	70	80	70
	V3	80	90	90	50	60	60	80	80	90	80
12	V1	20	10	30	50	90	60	50	10	10	30
	V2	35	20	40	40	80	45	60	20	15	40
	V3	50	30	50	30	70	30	70	30	20	50
13	V1	35	10	20	75	75	90	40	5	5	20
	V2	45	20	35	60	50	70	50	10	10	35
	V3	65	35	50	45	40	60	60	20	20	45
14	V1	60	70	60	80	80	80	10	20	70	30
	V2	70	75	70	70	60	70	30	30	80	40
	V3	80	85	75	60	50	60	40	40	90	50
15	V1	10	5	5	90	90	80	15	15	10	15
	V2	25	20	20	75	75	70	30	30	25	30
	V3	45	35	35	55	55	50	50	50	45	50
16	V1	30	10	15	85	80	75	5	5	5	10
	V2	40	20	30	70	70	60	10	10	10	15
	V3	50	30	40	60	50	50	20	20	20	20
17	V1	0	5	5	90	95	80	5	5	10	5
	V2	5	10	10	80	90	70	10	10	20	10
	V3	10	15	15	75	85	60	20	15	30	15
MÉDIAS	V1	19	15	17	82	85	83	18	13	15	16
	V2	29	23	27	70	72	72	28	21	23	25
	V3	39	33	37	59	61	59	38	31	32	34

Tabela B.3.3 - Critérios de Desempenho dos indicadores das Funções F6 e F7

Indicador		6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4
Especialistas									
1	V1	98	95	100	99	95	95	90	5
	V2	95	90	100	97	90	90	80	10
	V3	90	85	100	95	85	85	70	15
2	V1	90	95	100	90	80	90	90	10
	V2	50	80	90	70	50	70	70	30
	V3	30	50	70	30	30	50	30	70
3	V1	95	95	98	85	90	95	80	15
	V2	90	90	95	80	85	90	75	20
	V3	85	85	92	75	80	85	70	25
4	V1	90	95	95	95	90	95	90	10
	V2	80	90	90	90	80	90	80	20
	V3	70	80	85	80	70	85	70	30
5	V1	80	100	100	95	80	90	90	20
	V2	70	90	90	90	70	80	80	30
	V3	50	80	80	80	60	70	70	40
6	V1	80	90	95	70	80	90	90	10
	V2	60	80	90	60	60	80	80	20
	V3	50	70	80	40	50	70	70	30
7	V1	100	90	100	90	100	80	80	0
	V2	95	80	100	80	90	70	70	0
	V3	90	70	100	70	80	60	60	5
8	V1	90	90	95	95	90	90	80	10
	V2	80	85	90	85	80	85	70	20
	V3	70	80	85	80	70	80	60	30
9	V1	90	95	99	98	90	95	95	10
	V2	80	90	95	93	80	85	90	20
	V3	67	80	90	85	67	67	75	33
10	V1	90	90	100	100	90	100	85	65
	V2	85	80	95	95	75	90	80	70
	V3	80	75	90	90	70	85	75	75
11	V1	80	80	90	80	80	80	70	70
	V2	70	70	80	70	70	70	60	80
	V3	60	60	70	60	60	60	50	90
12	V1	80	80	80	90	60	60	70	20
	V2	70	70	70	80	50	40	60	35
	V3	60	60	60	70	40	20	50	50
13	V1	80	65	75	90	90	60	50	5
	V2	60	45	55	80	80	50	40	10
	V3	40	35	35	70	70	40	30	15
14	V1	80	80	90	80	80	80	80	75
	V2	70	70	80	70	70	70	70	80
	V3	60	60	70	60	60	60	60	85
15	V1	80	80	80	90	80	80	80	20
	V2	60	60	60	75	60	60	60	40
	V3	35	35	40	50	40	40	40	80
16	V1	90	95	100	95	90	90	100	0
	V2	75	85	100	85	80	85	95	5
	V3	65	75	100	80	70	80	90	10
17	V1	95	90	95	90	85	90	80	5
	V2	90	85	90	80	75	80	70	10
	V3	85	80	85	75	65	75	60	15
MÉDIAS	V1	88	89	94	90	85	86	82	21
	V2	75	79	86	81	73	76	72	29
	V3	64	68	78	70	63	65	61	41

Tabela B.3.4 - Critérios de Desempenho dos Indicadores Transversais

Indicador		T	P	M	O	R	H
Especialistas							
1	V1	85	95	5	5	5	100
	V2	80	90	10	10	10	95
	V3	75	80	20	15	15	90
2	V1	90	90	10	10	10	90
	V2	70	70	30	50	30	80
	V3	30	50	50	70	70	50
3	V1	90	95	10	10	15	92
	V2	85	90	15	15	20	90
	V3	80	85	20	20	25	85
4	V1	85	90	5	5	5	95
	V2	75	80	10	10	10	90
	V3	65	70	20	15	20	85
5	V1	90	80	20	10	20	90
	V2	80	70	30	20	30	80
	V3	70	60	40	30	40	70
6	V1	80	90	15	10	20	90
	V2	60	80	25	15	30	80
	V3	50	70	35	20	35	70
7	V1	95	95	2	0	2	95
	V2	90	90	5	5	5	90
	V3	80	80	7	10	7	80
8	V1	90	80	10	10	20	90
	V2	80	70	20	15	25	85
	V3	70	60	30	20	30	80
9	V1	90	95	5	3	5	90
	V2	80	85	15	10	15	80
	V3	67	75	33	15	25	67
10	V1	95	95	25	10	5	100
	V2	90	90	30	15	10	95
	V3	85	85	40	20	15	90
11	V1	70	90	50	60	50	90
	V2	60	80	60	70	60	80
	V3	50	70	70	80	70	70
12	V1	80	80	20	10	20	80
	V2	70	60	30	15	40	65
	V3	60	40	40	20	60	50
13	V1	90	90	10	10	40	95
	V2	75	75	20	15	50	85
	V3	50	50	30	20	60	80
14	V1	70	90	20	10	30	80
	V2	60	80	30	20	40	70
	V3	50	70	40	30	50	60
15	V1	90	90	20	10	10	80
	V2	75	75	40	40	40	60
	V3	55	55	80	60	60	40
16	V1	85	95	10	0	5	95
	V2	70	85	20	2	10	90
	V3	60	75	30	5	20	85
17	V1	90	95	15	2	15	95
	V2	85	90	20	5	20	90
	V3	80	85	30	10	30	85
MÉDIAS	V1	86	90	15	10	16	91
	V2	76	80	24	20	26	83
	V3	63	68	36	27	37	73

B.4 - Etapa 3: Repostas ao Questionário 3 –Fatores de Penalidade Máximos (P_{max})

Tabela B.4 - Grau máximo de penalização das áreas transversais (P_{max})

Especialistas	T	P	M	O	R	H
1	5	10	5	10	5	20
2	50	50	10	30	50	50
3	20	30	15	25	25	50
4	5	15	10	15	10	20
5	20	40	40	20	20	40
6	15	35	20	30	10	40
7	60	70	50	70	30	90
8	40	30	40	70	40	60
9	15	25	15	20	15	15
10	10	80	40	90	50	95
11	15	50	15	15	10	50
12	30	30	15	30	15	30
13	70	30	40	30	20	90
14	15	30	30	30	30	30
15	10	40	15	35	20	40
16	20	15	25	40	20	20
17	30	30	15	30	5	30
MÉDIA	25	36	24	35	22	45

ANEXO A

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a pesquisa:
Uma Proposta de um Sistema de Indicadores para Avaliar a Efetividade
da Gestão de um Órgão Regulador Nuclear
(aprovado pelo CEP/HUCFF)**

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa sobre a elaboração de indicadores para avaliar a efetividade da gestão de um órgão regulador nuclear.

O principal objetivo da pesquisa é propor um grupo de indicadores que possa aferir a efetividade das ações reguladoras nos aspectos de segurança nuclear, como uma forma de avaliar a necessidade de melhorias nos processos ou atualização de políticas e diretrizes. Tais indicadores devem, além de avaliar os principais processos reguladores, tratar as chamadas áreas transversais, levar em consideração o desempenho das instalações licenciadas e, ainda, serem capazes de detectar tendências de perda de efetividade, de maneira a possibilitar contramedidas antecipatórias.

Os indicadores deverão ser agrupados primeiramente por função reguladora e posteriormente num indicador único, sendo que o agrupamento deve ponderar os indicadores e as funções reguladoras, de maneira que reflitam as importâncias relativas que estes têm em relação à segurança nuclear. Ao final, para cada nível de indicadores, devem ser estabelecidos critérios de aceitação.

O processo de determinação dos indicadores, suas ponderações e critérios de aceitação será realizado através da elicitação por especialistas e, por esse motivo, você está sendo convidado a participar do processo. Tal pesquisa permitirá a elaboração de uma Tese, que é um requisito para a conclusão do curso de Doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro por parte do pesquisador.

Os participantes da pesquisa receberão convites por e-mail e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir na sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa. Caso aceite, você irá ajudar no progresso da ciência, por meio da sua opinião como especialista para responder um questionário on-line.

A pesquisa será coordenada pelo Sr. José Antonio Barretto de Carvalho, aluno do Curso de Doutorado do Programa de Engenharia Nuclear do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de

Engenharia – COPPE/UFRJ, junto ao Dr. Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo, professor do Programa de Engenharia Nuclear e orientador da pesquisa. Você pode entrar em contato com o pesquisador responsável, José Antonio Barretto de Carvalho, a qualquer tempo para informação adicional no endereço Av. Horácio Macedo, 2030, Bloco G - Sala 206 - CT, Cidade Universitária CEP. 21.941-914 - Rio de Janeiro – RJ; e-mail jantonio@cnen.gov.br, telefone (21) 99218-6421.

Você não receberá nenhuma remuneração pela participação e, como prevê o item IV.3.g da Resolução CNS 466/2012, será garantido aos participantes da pesquisa o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte, alimentação ou quaisquer outras, caso ocorram.

A pesquisa será feita por meio do preenchimento de um questionário eletrônico que poderá ser feito no local mais conveniente pelo participante voluntário, através de qualquer dispositivo eletrônico que possua conexão com a internet.

Com relação a riscos, a participação se restringe a responder questionários de forma eletrônica, em local e período escolhido pelo respondedor, não se prevendo nenhum tipo de risco físico, psíquico, moral, intelectual, social ou cultural. Ainda assim, você terá garantido o seu direito a buscar indenização por danos decorrentes da pesquisa (Resolução CNS nº 466 de 2012, itens IV.3 e V.7; e Código Civil, Lei 10.406 de 2002, artigos 927 a 954, conforme Capítulos I, "Da Obrigação de Indenizar", e II, "Da Indenização", Título IX, "Da Responsabilidade Civil").

No tratamento dos dados os pesquisadores se comprometem a garantir o sigilo e anonimato das respostas apresentadas, por meio de uso de equipamentos, correios e arquivos eletrônicos protegidos por senha de acesso pessoal e intransferível, e que os dados não serão armazenados em plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem". Informa-se, ainda, que as mensagens eletrônicas serão enviadas utilizando-se do recurso "lista oculta" e, sob hipótese nenhuma, os questionários respondidos serão impressos em papel ou reenviados eletronicamente a terceiros.

Como um mecanismo para garantir sigilo e privacidade, adotou-se o preenchimento do questionário eletrônico, que se manterá anônimo. Desta forma, serão mantidos o sigilo e a privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica, conforme destacado no parágrafo anterior. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) (7º Andar, Ala E), e-mail: cep@hucff.ufrj.br, telefone: 3938- 2480 e FAX: 3938-2481. O CEP é o responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo os seres humanos.

Declaração de consentimento: Caso você aceite participar da pesquisa deve ser enviado uma declaração de concordância em participar na pesquisa e com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, baseada nos termos:

Eu, (nome e cpf), declaro que li o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e concordo em participar da pesquisa: Uma Proposta de um Sistema de Indicadores para Avaliar a Efetividade da Gestão de um Órgão Regulador Nuclear.