



**Universidade de Brasília**

Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação

# Classificação de riscos de contratos de concessão florestal com apoio da análise de decisão multicritério

Maria Carolina Ferreira da Silva

Dissertação apresentada como requisito parcial para conclusão do  
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Orientadora  
Prof.a Dr.a Ana Carla Bittencourt Reis

Brasília  
2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Fc Ferreira da Silva, Maria Carolina  
Classificação de riscos de contratos de concessão  
florestal com apoio da análise de decisão multicritério /  
Maria Carolina Ferreira da Silva; orientador Ana Carla  
Bittencourt Reis. -- Brasília, 2018.  
108 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em  
Computação Aplicada) -- Universidade de Brasília, 2018.

1. Gestão de riscos. 2. Análise de Decisão  
Multicritério. 3. Concessão florestal. 4. ELECTRE TRI. 5.  
Risco. I. Bittencourt Reis, Ana Carla, orient. II. Título.



# Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu amado filho, Augusto, e aos meus pais, Alberto e Lair. Vocês são o alicerce da minha vida. Adicionalmente, dedico ao Jorge, por estar presente ao meu lado.

# Agradecimentos

Agradeço à minha família, pelo suporte e incentivo constante. Agradeço à minha orientadora Ana Carla, que sempre me impeliu a continuar, apesar das adversidades, e sem a qual não seria possível mais esta conquista. Agradeço ao Henrique Dolabella, pelo apoio oferecido em todos os momentos. Agradeço à Kênia Dâmaso pelo auxílio e pelo ombro amigo. Agradeço ao Paulo Camargo por sempre me fornecer os dados necessários para a pesquisa. Agradeço ao Marcelo Brito pela ajuda com o modelo multicritério.

# Resumo

Contratos de concessão florestal são objetos jurídicos complexos, os quais externam interesses antagônicos entre o poder concedente e um particular, constituindo-se como relações que envolvem grande vulto financeiro e econômico, além de perdurarem por um longo prazo. Por conseguinte, são instrumentos de difícil mensuração quanto aos riscos e incertezas que podem permear a relação entre as partes.

A Instrução Normativa Conjunta nº 01/2016, do Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União e do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, e a Portaria MMA n 415/2017 trouxeram à tona a necessidade do Serviço Florestal Brasileiro, órgão gestor das florestas públicas, em manter uma gestão de riscos concernente aos processos e iniciativas estratégicos.

Ademais, diante do incremento da complexidade envolvida no processo decisório verificado nos últimos anos com o aumento significativo de informações, faz-se necessário que o gestor público tenha conhecimento sobre o impacto de cada decisão a ser tomada.

Diante dessas especificidades, as quais caracterizam a complexidade do problema proposto, esta pesquisa objetiva identificar os riscos relevantes e classificar os contratos de concessão florestal quanto à sua criticidade, de forma a apoiar o poder concedente no processo de tomada de decisão.

Para a consecução do objetivo almejado, conduziu-se um estudo de caso, com a pesquisa de técnicas aplicáveis à identificação de riscos e a adoção de um método de análise de decisão multicritério para classificação dos contratos. Para tanto, foram considerados todos os contratos de concessão florestal assinados, período compreendido entre 2008 e 2016.

Como resultado principal do estudo, foi possível classificar os contratos de concessão florestal em categorias de criticidade, com relação aos riscos identificados, possibilitando ao Serviço Florestal Brasileiro o direcionamento das ações de tomada de decisão.

**Palavras-chave:** concessão florestal, risco, gestão de riscos, Análise de Decisão Multicritério, MCDA, classificação, ELECTRE, ELECTRE TRI

# Abstract

Forest concession contracts are complex legal objects that externalize antagonistic interests between the granting authority and an individual, which constitutes relationships that involve major financial and economic cost, and persists for a long period of time. Therefore, these are difficult measurement instruments concerning the risks and uncertainties that could permeate the relationship between the parties.

The Instrução Normativa Conjunta nº 01/2016, of the Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União and the Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão and Portaria MMA nº 415/2017 brought to light the need for the Serviço Florestal Brasileiro, manager of public forests, to maintain risk management concerning strategic processes and initiatives.

In addition, given the increasing complexity involved in the decision-making process verified in recent years with the significant increase of information, it is necessary that the public manager has knowledge about the impact of each decision to be made.

Given these specificities, which characterize the complexity of the proposed problem, this research aims to identify the relevant risks and sort the forest concession contracts as to their criticality, in order to support the granting authority in the decision-making process.

In order to achieve the desired goal, a case study was conducted with the research of techniques applicable to risk identification and the adoption of a multicriteria decision analysis method to classify the contracts. Therefore, all signed forest concession contracts were considered, a period between 2008 and 2016.

As a main result of the study, it was possible to classify the forest concession contracts into categories of criticality, in relation to identified risks, enabling the Serviço Florestal Brasileiro to direct decision-making actions.

**Keywords:** forest concession, risk, risk management, Multiple Criteria Decision Analysis, MCDA, sorting, ELECTRE, ELECTRE TRI

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos Geral e Específicos . . . . .	4
1.2	Metodologia de Desenvolvimento do Trabalho . . . . .	4
1.3	Estruturação dos Capítulos . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Base Conceitual e Revisão da Literatura</b>	<b>8</b>
2.1	Gestão de Riscos . . . . .	8
2.1.1	Conceitos de Gestão de Riscos . . . . .	9
2.1.2	Metodologias de Gestão de Riscos . . . . .	11
2.1.2.1	Gestão de Riscos Segundo a Norma ABNT NBR ISO 31000:2009	11
2.1.2.2	<i>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis</i> (FMECA) . . . . .	16
2.1.2.3	Lógica <i>Fuzzy</i> . . . . .	18
2.1.2.4	Gestão de Riscos em Contratos de Concessão . . . . .	22
2.1.2.4.1	Matriz de Riscos . . . . .	23
2.1.2.4.2	Teoria das Opções Reais . . . . .	25
2.2	Técnicas Aplicáveis à Identificação de Riscos . . . . .	26
2.2.1	Técnicas Qualitativas . . . . .	26
2.2.2	Técnicas Quantitativas . . . . .	37
2.2.3	Técnicas Qualitativas e Quantitativas . . . . .	38
2.3	Análise de Decisão Multicritério (MCDA) . . . . .	44
2.3.1	Modelos de Sobreclassificação . . . . .	49
2.3.2	ELECTRE TRI . . . . .	53
2.3.3	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) . . . . .	58
2.3.4	<i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i> (FAHP) . . . . .	60
2.3.5	<i>Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation</i> (PROMETHEE) . . . . .	61

<b>3</b>	<b>Estudo de Caso</b>	<b>62</b>
3.1	Situação Atual da Gestão de Riscos dos Contratos de Concessão Florestal . . . . .	62
3.1.1	Estudo do Contexto Interno e Externo . . . . .	62
3.1.1.1	Partes Interessadas . . . . .	63
3.1.1.2	Análise dos Ambientes Interno e Externo à Organização . . . . .	64
3.1.1.3	Definição das Responsabilidades pelo Processo de Gestão de Riscos Aplicada aos Contratos de Concessão Florestal . . . . .	65
3.2	Aplicação do método ELECTRE TRI . . . . .	66
3.2.1	Análise de Sensibilidade . . . . .	70
<b>4</b>	<b>Conclusões Finais</b>	<b>81</b>
4.1	Trabalhos Futuros . . . . .	83
	<b>Referências</b>	<b>84</b>
	<b>Apêndice</b>	<b>89</b>
<b>A</b>	<b>Critérios Relevantes para Avaliação de Riscos dos Contratos de Concessão Florestal</b>	<b>90</b>
<b>B</b>	<b>Descrição dos Critérios (Riscos) Identificados</b>	<b>93</b>
<b>C</b>	<b>Definição dos Limiares para cada Critério Identificado</b>	<b>100</b>

# Lista de Figuras

1.1 O processo MCDA. . . . .	5
2.1 Arquitetura de gestão de riscos. . . . .	11
2.2 Representação de um número <i>fuzzy</i> triangular. . . . .	19
2.3 Metodologia <i>fuzzy</i> para avaliação de riscos. . . . .	21
2.4 Matriz SWOT. . . . .	31
2.5 Exemplo de matriz de decisão . . . . .	48
2.6 Classes de referência. . . . .	55
3.1 Identificação das partes interessadas e atribuição de responsabilidades referentes à gestão de riscos aplicada aos contratos de concessão florestal. . . . .	66

# Lista de Tabelas

2.1	Operações <i>fuzzy</i> (Fontes: [1]; [2]; [3]). . . . .	19
2.2	Técnicas aplicáveis ao processo de identificação de riscos . . . . .	28
2.2	Técnicas aplicáveis ao processo de identificação de riscos (continuação) . .	29
2.3	Relações consolidadas de preferência (Fonte: [4]). . . . .	51
2.4	Escala fundamental de números absolutos (Fonte: [5]). . . . .	59
3.1	Identificação das partes interessadas no contexto organizacional (Fonte: [6]).	64
3.2	Escala empregada no correlacionamento entre critérios e alternativas. . . .	68
3.3	Categorias de risco. . . . .	70
3.4	Matriz de decisão da primeira simulação. . . . .	71
3.4	Matriz de decisão da primeira simulação (continuação). . . . .	72
3.5	Simulação com parâmetros iniciais. . . . .	73
3.6	Matriz de decisão da segunda simulação. . . . .	74
3.6	Matriz de decisão da segunda simulação (continuação). . . . .	75
3.7	Simulação a partir da alteração da avaliação dos critérios e dos pesos. . . .	76
3.8	Matriz de decisão da simulação com variação de dez por cento a menos nos limites de classe. . . . .	77
3.8	Matriz de decisão da simulação com variação de dez por cento a menos nos limites de classe (continuação). . . . .	78
3.9	Simulação com variação de dez por cento a menos nos limites de classe. . .	79
B.1	Definição dos critérios - Dimensão “Financeiros/Econômicos”. . . . .	94
B.1	Definição dos critérios - Dimensão “Financeiros/Econômicos” (continuação).	95
B.2	Definição dos critérios - Dimensão “Licenciamento da Atividade de Manejo Florestal”. . . . .	95
B.3	Definição dos critérios - Dimensão “Ambientais”. . . . .	96
B.4	Definição dos critérios - Dimensão “Bens Reversíveis da Concessão Florestal”.	96
B.5	Definição dos critérios - Dimensão “Atividade de Exploração Florestal”. . .	96
B.6	Definição dos critérios - Dimensão “Área Concedida”. . . . .	97
B.7	Definição dos critérios - Dimensão “Legais”. . . . .	98

B.8	Definição dos critérios - Dimensão “Comunicação” . . . . .	98
B.9	Definição dos critérios - Dimensão “Ineficiência e Imperícia” . . . . .	99
B.10	Definição dos critérios - Dimensão “Antropológicos” . . . . .	99
C.1	Definição de categorias para cada critério identificado . . . . .	101

# Lista de Abreviaturas e Siglas

- ACB** Análise de Custo Benefício.
- ACH** Análise de Confiabilidade Humana.
- AHP** *Analytic Hierachy Process.*
- ALARP** *as Low as Reasonably Practicable.*
- ANP** *Analytic Network Process.*
- APP** Análise Preliminar de Perigos.
- APPCC** Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle.
- AS** *Sneak Analysis.*
- BIA** Análise de Impactos no Negócio.
- BRT** *Business Risk Taxonomy.*
- CA** *Criticality Analysis.*
- CGRC** Comitê de Governança, Riscos e Controles.
- DR** Discriminação do Risco.
- ELECTRE** *Elimination et Choix Traduisant la Réalité.*
- ETA** Análise de Árvore de Eventos.
- FAHP** *Fuzzy Analytic Hierarchy Process.*
- FDA** *Fuzzy Decision Approach.*
- Flona** Floresta Nacional.

**FMEA** *Failure Mode and Effects Analysis.*

**FMECA** *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.*

**FTA** Análise de Árvore de Falhas.

**GECOF** Gerência Executiva de Concessão Florestal.

**HAZOP** Estudo de Perigos e Operabilidade.

**IBAMA** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

**ICMBio** Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

**IR** Impacto do Risco.

**LOPA** Análise de Camadas de Proteção.

**MACBETH** *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique.*

**MCDA** Análise de Decisão Multicritério.

**MMA** Ministério do Meio Ambiente.

**PEST** *Political, Economic, Social and Technological.*

**PPP** Parceria Público-Privada.

**PR** Probabilidade do Risco.

**PROMETHEE** *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation.*

**RBS** *Business Risk Breakdown Structure.*

**RDC** Regime Diferenciado de Contratações Públicas.

**ROI** *Return on Investment.*

**RPN** *Risk Priority Number.*

**SCA** *Sneak Circuit Analysis.*

**SFB** Serviço Florestal Brasileiro.

**SGR** Subcomitê de Gestão de Riscos.

**SWOT** Análise de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças.

**TCU** Tribunal de Contas da União.

**TOPSIS** *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution.*

**UMF** Unidade de Manejo Florestal.

**VPL** Valor Presente Líquido.

# Capítulo 1

## Introdução

A concessão de serviços públicos pode ser entendida como um contrato *sui generis*, uma vez que seu regime jurídico difere dos contratos civis em geral, tendo sua origem gravada pela instabilidade, sendo que “não foi fruto de uma definição legal estrita ou de uma teoria ou escola jurídica”, mas sim, foi formada “na práxis dos tribunais administrativos, a partir da experiência concreta havida numa determinada época e num específico país” [7].

Assim, [8] define um contrato de concessão de serviço público como sendo uma “convenção pela qual uma pessoa *colectiva* de direito público (o concedente) encarregava uma pessoa privada (o concessionário) de instalar uma empresa de serviço público e, posteriormente, de a fazer funcionar, explorando o serviço por sua conta e risco”, ou, ainda, como preceituam [9], “um modelo de gestão do serviço por meio do qual uma pessoa pública, o concedente, encarrega por contrato uma pessoa privada, o concessionário, de fazer funcionar o serviço, durante um certo tempo, assumindo-se os encargos, mediante o direito de se remunerar sobre os usuários”. No mesmo sentido, discorre [10], ao afirmar que “pode a concessão ser definida como um contrato de direito público, oneroso, sinalagmático e comutativo, pelo qual a administração transfere à pessoa do direito privado a obrigação de fazer funcionar um serviço público [...]. A concessão se faz por prazo certo, que quase sempre é longo, já em razão da estabilidade que convém imprimir ao serviço, já porque este geralmente exige emprego de vultuosos capitais, dificilmente movíveis para aplicação efêmera. O serviço público conserva esse caráter, mas o concessionário o executa em seu próprio nome, e não no da administração. Os riscos do serviço, inclusive as indenizações decorrentes dos prejuízos que ele cause a terceiros, correm por conta do concessionário”.

Desde 1998, com o advento do Decreto nº 2.473, de 26 de janeiro de 1998 [11], que criou o Programa de Florestas Nacionais, a implantação de uma política de concessão de áreas florestais públicas já era pensada como uma solução para a escassez de recursos governamentais e para as falhas quanto ao monitoramento e fiscalização. A Lei Federal nº

11.284, de 2 de março de 2006 [12], incorporou, ao ordenamento jurídico brasileiro, a previsão da gestão das florestas públicas, fato que, conforme afirma [13], ausente até então. Entre os instrumentos previstos pela inédita política, se encontra “uma nova espécie de concessão de uso de bem público” [13], a concessão florestal. Adicionalmente, [14] enfatiza que, com a entrada em vigor da citada lei, o governo obtém vantagens ao transferir parte das responsabilidades condizentes com a gestão das florestas públicas para um particular, por meio da concessão florestal, reduzindo seus custos relativos à administração, ao monitoramento e à fiscalização da floresta, além da garantia da exploração sustentável dos recursos florestais por meio do manejo florestal.

A celebração de um contrato de concessão florestal objetiva precipuamente ser instrumento de implementação e manutenção de políticas públicas no alcance da gestão das florestas públicas. Nesse sentido, são princípios norteadores, conforme preceitua o artigo 2º da Lei nº 11.284/2006 [12]: (i) proteção dos ecossistemas, do solo, da água, da biodiversidade e valores culturais associados, bem como do patrimônio público; (ii) uso eficiente e racional das florestas, de forma a contribuir para o cumprimento das metas do desenvolvimento local, regional e de todo o país; (iii) respeito ao direito de acesso da população às florestas públicas e aos benefícios decorrentes de seu uso e conservação; (iv) promoção do processamento local e incentivo à agregação de valor aos produtos e serviços florestais; (v) acesso livre às informações referentes à gestão das florestas públicas; (vi) promoção da pesquisa florestal, faunística e edáfica; (vii) fomento ao conhecimento e promoção da conscientização sobre a importância da conservação, recuperação e manejo sustentável dos recursos florestais e, por fim, (viii) garantia de condições que estipulem investimento de longo prazo no manejo, na conservação e na recuperação das florestas. As concessões florestais são, portanto, políticas que instrumentalizam técnicas de proteção das florestas públicas nacionais.

No Brasil, a concessão de florestas públicas federais para a exploração econômica e desenvolvimento do manejo sustentável dos recursos naturais é realizada pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Trata-se de órgão público federal brasileiro vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), competente para implementar políticas de gestão no âmbito das florestas públicas, por força do texto exarado pela Lei nº 11.284/2006 [12].

A concessão florestal se concretiza através da realização de um procedimento licitatório, onde, ao final, tem-se o objeto adjudicado a um particular, denominado concessionário florestal. O objeto de um contrato de concessão permite a exploração econômica de uma Unidade de Manejo Florestal (UMF) situada dentro de uma Floresta Nacional (Flona). Os tipos de exploração passíveis de concessão, previstos nos contratos atualmente vigentes, concentram-se em produtos madeireiros, produtos não madeireiros, material lenhoso residual da exploração florestal e serviços, como, por exemplo, ecoturismo.

O artigo 27º da Lei nº 11.284/2006 [12], estabelece que, para cada unidade de manejo florestal licitada, será assinado um contrato de concessão florestal exclusivo com um concessionário, o qual “será responsável por todas as obrigações nele previstas, além de responder pelos prejuízos causados ao poder concedente, ao meio ambiente ou a terceiros, sem que a fiscalização exercida pelos órgãos competentes exclua ou atenua essa responsabilidade”.

Contratos de concessão florestal são objetos jurídicos complexos, os quais externam interesses antagônicos entre o poder concedente e um particular, visto que enquanto aquele almeja promover o uso econômico e sustentável das florestas [15], o concessionário objetiva, em uma primeira análise, auferir lucros. Tais relações envolvem grande vulto financeiro e econômico.

A Lei Federal nº 11.284/2006 [12] permite que os acordos ora em análise possam perdurar por um longo período ao estabelecer, em seu artigo 35º, que o prazo de um contrato de concessão florestal equivalerá a, no mínimo, um ciclo de colheita ou exploração e, no máximo, a quarenta anos. Historicamente, todas as concessões já realizadas pelo Serviço Florestal Brasileiro possuem interregno de quarenta anos.

Atualmente, é possível identificar alguns dos riscos que podem concretizar-se ao longo da execução contratual, como dificuldades na manutenção da saúde financeira pelos concessionários florestais face às oscilações do mercado e da economia; riscos antropológicos, os quais podem estar relacionados às comunidades tradicionais que fazem uso da floresta para moradia, plantio, coleta *etc*, populações ribeirinhas e povos indígenas adjacentes às UMFs; além de riscos legais, que podem ensejar na diminuição das áreas licitadas ou na suspensão e/ou anulação das concessões. Porém, as diversas premissas que caracterizam um contrato de concessão florestal resultam na dificuldade de se elencar de maneira exaustiva e prévia à concessão do direito de exploração os riscos inerentes ao acordo entre o poder concedente e o particular [16]. Por essa razão, constituem-se em instrumentos de difícil mensuração quanto aos riscos e incertezas que podem permear a relação entre as partes.

A consecução de um risco não previsto ou modificado ao longo do tempo sem que esse tenha sido avaliado pode ensejar a oneração do contrato para ambas as partes, decrementar a eficiência e efetividade do acordo [17] e, até mesmo, levar à suspensão ou extinção do pacto jurídico firmado, o que poderá debilitar diretamente a eficácia das políticas públicas de gestão das florestas.

## 1.1 Objetivos Geral e Específicos

É objetivo geral deste trabalho identificar os critérios que sejam relevantes na avaliação de riscos dos contratos de concessão florestal mantidos pelo Serviço Florestal Brasileiro e classificar os contratos quanto à sua criticidade, a fim de possibilitar que tais informações possam apoiar o poder concedente no processo de tomada de decisões.

De forma a alcançar o objetivo geral da pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Revisão de literatura referente aos temas em estudo;
- Definição do contexto no qual se deu a gestão de riscos;
- Identificação dos critérios relevantes para analisar os contratos de concessão florestal;
- Proposição de um modelo de decisão que contemple os atributos identificados na análise dos contratos;
- Aplicação do método para classificação dos contratos de concessão florestal quanto aos riscos.

## 1.2 Metodologia de Desenvolvimento do Trabalho

Como forma de relacionar o referencial teórico aos resultados obtidos, esta pesquisa se propõe a identificar os riscos relevantes e classificar os contratos de concessão florestal mantidos pelo Serviço Florestal Brasileiro, através da estratégia de pesquisa de estudo de caso. Este trabalho é caracterizado por seu cunho teórico-conceitual, uma vez que se baseia na análise da literatura e em revisões bibliográficas [18].

Levando-se em consideração a conceituação dada por [19], o universo, o qual pode ser chamado de população, representa um conjunto de seres animados ou inanimados que possuem algo em comum. Sob tal perspectiva, para definição da população do estudo, foram considerados todos os contratos de concessão florestal, com data de assinatura compreendida entre 2008 (assinatura do primeiro contrato) e 2016 (data mais recente de assinatura de um contrato de concessão).

Como método de pesquisa para coleta e análise dos dados foi empregada a abordagem qualitativa, uma vez que, conforme preceitua [20], o método qualitativo se faz adequado para representação das percepções e opiniões, ou seja, dos produtos das interpretações humanas.

Com relação à identificação dos riscos, tendo em vista a vasta pesquisa realizada sobre o tema, algumas metodologias aplicáveis são apresentadas resumidamente neste estudo.

Considerando-se suas características, vantagens e limitações, as seguintes técnicas foram escolhidas para a identificação dos riscos relevantes aos contratos de concessão florestal: *brainstorm*, *checklists*, entrevistas estruturadas e semiestruturadas, opinião especializada e revisões de documentação.

Outra importante metodologia empregada por este trabalho consiste na utilização de um método de apoio à decisão para a consecução da classificação dos contratos. A metodologia utilizada é a proposta por [21], representada por meio da Figura 1.1, a qual apresenta os principais estágios do processo de Análise de Decisão Multicritério (MCDA): identificação de um problema; estruturação do problema; construção do modelo; utilização do modelo para informação e desafio do pensamento e desenvolvimento de um plano de ação.

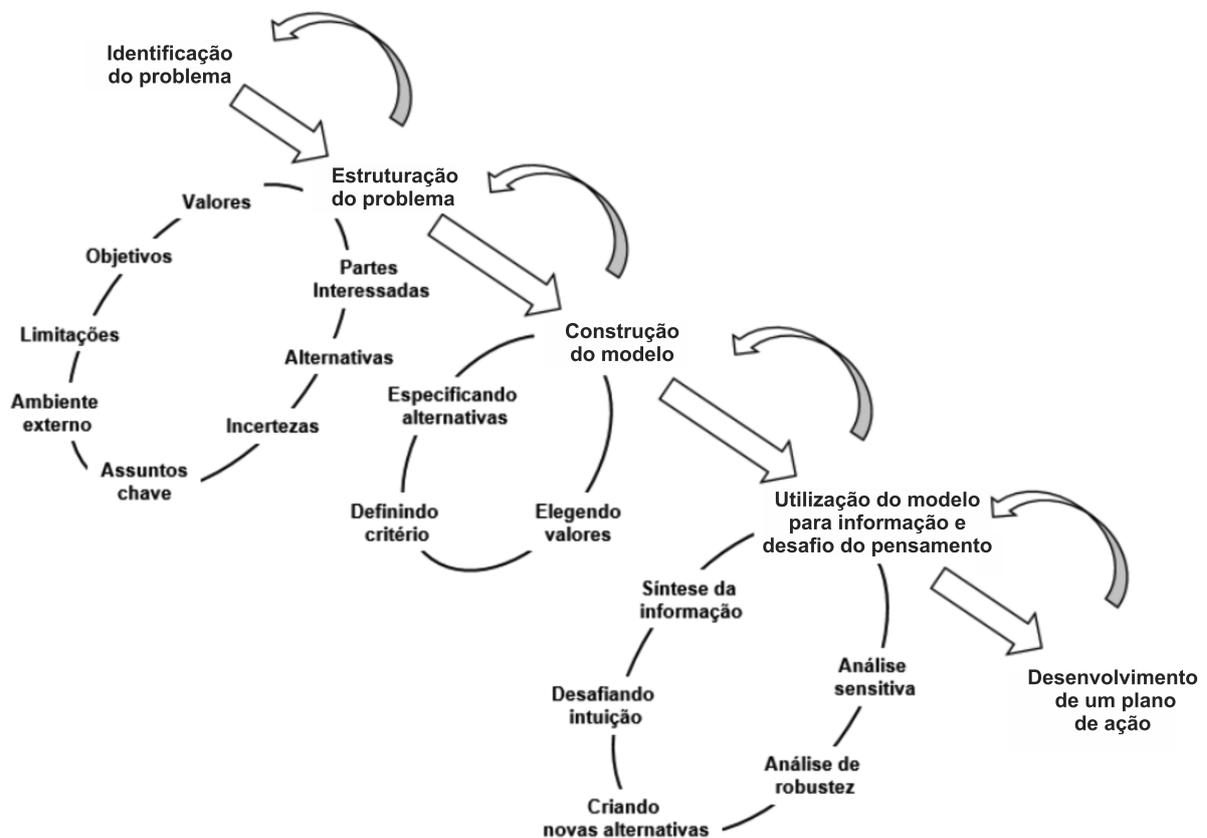


Figura 1.1: O processo MCDA (Fonte: [21]).

Assim, como forma de estruturação da pesquisa, o primeiro passo consistiu na identificação do problema a ser resolvido. No segundo passo foram pesquisadas técnicas aplicáveis à identificação de riscos, resultando na escolha das mais apropriadas a serem empregadas nesta pesquisa. Uma vez identificados os riscos relevantes que podem estar relacionados a um contrato de concessão florestal, o terceiro passo deu-se no sentido da estruturação

do problema, com a identificação da situação atual da gestão de riscos dos contratos de concessão florestal; do contexto, contemplando o levantamento das partes interessadas, a definição das metas e objetivos organizacionais, a análise dos ambientes interno e externo e a definição de responsabilidades e do escopo. Neste momento também foi realizada a escolha do método MCDA ELECTRE TRI. No quarto passo, partindo-se para a construção do modelo de classificação, foram identificados critérios e alternativas, procedendo-se à avaliação de cada alternativa à luz de um critério, onde uma nota, a qual variou entre 1 e 5, foi aplicada. Além do mais, para cada critério identificado foi atribuído um peso relacionado à sua importância para a solução do problema. No quinto passo desenvolvido, análises de sensibilidade foram conduzidas para a classificação das alternativas, as quais resultaram em informações validadas pelo tomador de decisão. Por fim, como sexto e último passo da estruturação da pesquisa, tendo em vista a classificação por criticidade dos contratos, sugeriu-se a adoção de ações.

A escolha do método de Análise de Decisão Multicritério ELECTRE TRI se deu baseada nas seguintes necessidades que deveriam ser atendidas: (i) solução para a problemática de classificação; (ii) ser um método de sobreclassificação; (iii) capacidade de lidar com a incerteza acerca das preferências do tomador de decisão; e (iv) facilidade na modelagem das preferências do decisor.

Para fins deste estudo, o gerente da Gerência Executiva de Concessão Florestal (GECOF) do Serviço Florestal Brasileiro é caracterizado como o “tomador de decisão”, o “gestor” ou o “decisor”, sendo o responsável final pelo fornecimento e validação das informações. Ademais, fizeram parte da pesquisa, os analistas da área, totalizando sete servidores, os quais auxiliaram na obtenção e ratificação dos dados.

Os riscos identificados ao longo do trabalho foram encaminhados por meio eletrônico ao gestor e servidores da GECOF, os quais foram validados. De forma complementar, os participantes foram solicitados a responder um questionário, composto por nove perguntas, com o objetivo de fornecer informações adicionais acerca dos riscos. Em outro momento, foram conduzidas duas entrevistas com a participação do gestor e dos analistas, empregando-se as técnicas de *brainstorm* e *checklists*, obtendo como resultado a aprovação dos dados coligidos.

### 1.3 Estruturação dos Capítulos

Este estudo está estruturado em quatro capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, tratando dos objetivos e da metodologia empregada. O capítulo 2 consiste no estabelecimento da base conceitual e da revisão de literatura acerca da gestão de riscos, de técnicas aplicáveis à identificação de riscos e da Análise de Decisão Multicritério. Já o

terceiro capítulo objetiva o desenvolvimento do estudo de caso, com a análise da situação atual da gestão de riscos dos contratos de concessão florestal e a aplicação do método ELECTRE TRI para o problema da classificação. O próximo e último capítulo apresenta as conclusões finais acerca desta pesquisa.

# Capítulo 2

## Base Conceitual e Revisão da Literatura

### 2.1 Gestão de Riscos

Segundo a Instrução Normativa Conjunta nº 01/2016 [22], normativo redigido pelo Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União em conjunto com o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, os órgãos e entidades do Poder Executivo Federal deverão implementar, manter, monitorar e revisar sua gestão de riscos, mantendo a compatibilidade com a missão e os objetivos estratégicos organizacionais correspondentes.

O Ministério do Meio Ambiente, de forma a atender à instrução citada, publicou a portaria nº 415, de 26 de outubro de 2017 [23], a qual institui o Comitê de Governança, Riscos e Controles (CGRC) e o Subcomitê de Gestão de Riscos (SGR) em seu âmbito. A abrangência da referida norma engloba o Serviço Florestal Brasileiro, com a previsão de participação de seu diretor geral na composição do CGRC e do SGR.

A publicação ressalta a necessidade de se monitorar um “risco ao longo do tempo, de modo a garantir que as respostas adotadas resultem na manutenção do risco em níveis adequados”, além de se “garantir que as informações adequadas sobre o risco estejam disponíveis em todos os níveis da organização”, de se “identificar, analisar e avaliar os riscos associados aos processos e iniciativas estratégicas” e de se “monitorar a evolução dos níveis de riscos e a efetividade das medidas de controles”.

Dessa forma, verifica-se patente a imprescindibilidade de implementação de procedimentos que visem identificar e analisar os riscos relativos aos processos mantidos pelo Serviço Florestal Brasileiro, em especial aqueles concernentes aos contratos de concessão florestal, de forma a tornar o órgão aderente às exigências exaradas pelos normativos citados.

### 2.1.1 Conceitos de Gestão de Riscos

As organizações, sejam de grande ou pequeno porte, públicas ou privadas, estão sujeitas a incertezas que podem afetar seus objetivos. É nesse contexto que a norma [24] define risco como sendo o efeito da incerteza nos objetivos organizacionais.

Os riscos estão presentes em todas as atividades de uma organização e devem, portanto, ser gerenciados [25]. Segundo a norma [26], a implementação de ações coordenadas com o objetivo de controlar e dirigir uma organização no que se refere a riscos é conceituada como gestão de riscos.

Ao implementar a gestão de riscos em seu ambiente, a organização poderá obter como benefícios [26]; [25]:

- Insumos para os processos de tomada de decisão e planejamento, uma vez que são providas informações sobre incertezas, probabilidades de ocorrência e efeitos sobre os objetivos organizacionais;
- Maior possibilidade de sucesso no atingimento dos objetivos traçados;
- Melhoria da gestão, possibilitando a pró-atividade;
- Maior entendimento acerca da necessidade de identificação e tratamento de riscos;
- Possibilidade de identificação de oportunidades e ameaças intrínsecas ao contexto organizacional;
- Atendimento a normas e requisitos legais e regulatórios;
- Incremento da governança;
- Aumento da confiança entre as partes interessadas;
- Melhoria dos controles organizacionais;
- Maior disponibilidade de recursos destinados ao tratamento de riscos;
- Melhoria da eficiência e eficácia operacional;
- Melhoria da gestão de incidentes;
- Minimização de perdas;
- Aumento da aprendizagem; e
- Aumento da resiliência organizacional.

A política de aceitação de risco, também conhecida por atitude perante o risco [24], trata do posicionamento organizacional frente ao risco, incluindo, mas não se restringindo, as ações de “buscar, reter, assumir ou afastar-se do risco”. Controle, também denominado salvaguarda ou contramedida, é uma medida que visa modificar um risco [27]. Como exemplos de controles apresentados pelas normas [24] e [27] têm-se políticas, processos, dispositivos, práticas, procedimentos, diretrizes e outras ações que possam ensejar modificação do risco.

Para [24], o processo de gestão de riscos é a aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas de gestão para as atividades de comunicação, consulta, estabelecimento do contexto, identificação, análise, avaliação, tratamento, monitoramento e análise crítica dos riscos.

Critérios de riscos são referências contra as quais a significância de um risco é avaliada, podendo ser derivadas de “normas, leis, políticas e outros requisitos” [26]. Nesse sentido, para que uma organização defina seus critérios de riscos, ela deve decidir sobre [25]:

- Consequências e sua forma de medição;
- Como expressar as probabilidades;
- Como determinar um nível de risco;
- Critérios de tratamento de riscos;
- Quando um risco é aceitável/tolerável; e
- Se serão consideradas combinações de riscos.

Segundo [26], consequência é o “resultado de um evento que afeta os objetivos”, podendo ser expressa qualitativa ou quantitativamente [27].

Um evento, também conhecido por acidente ou incidente, pode ser entendido como a ocorrência ou mudança de uma consequência ou de um conjunto de consequências, podendo ser motivado por várias causas, inclusive pela não ocorrência de alguma coisa [27].

Segundo [24] e [27], o nível de risco é a magnitude de um risco, sendo dado em função das consequências de um evento vezes a probabilidade de sua ocorrência e dependerá dos controles existentes. A probabilidade de ocorrência de um risco pode ser estimada por meio de dados históricos, empregando-se técnicas preditivas ou, ainda, utilizando-se a opinião de especialistas [25].

## 2.1.2 Metodologias de Gestão de Riscos

Esta seção objetiva apresentar o estado da arte relacionado às metodologias que estão sendo empregadas no meio acadêmico para o gerenciamento de riscos.

### 2.1.2.1 Gestão de Riscos Segundo a Norma ABNT NBR ISO 31000:2009

A Figura 2.1 apresenta os processos da arquitetura de gestão de riscos, segundo a norma ABNT NBR ISO 31000:2009 [24].

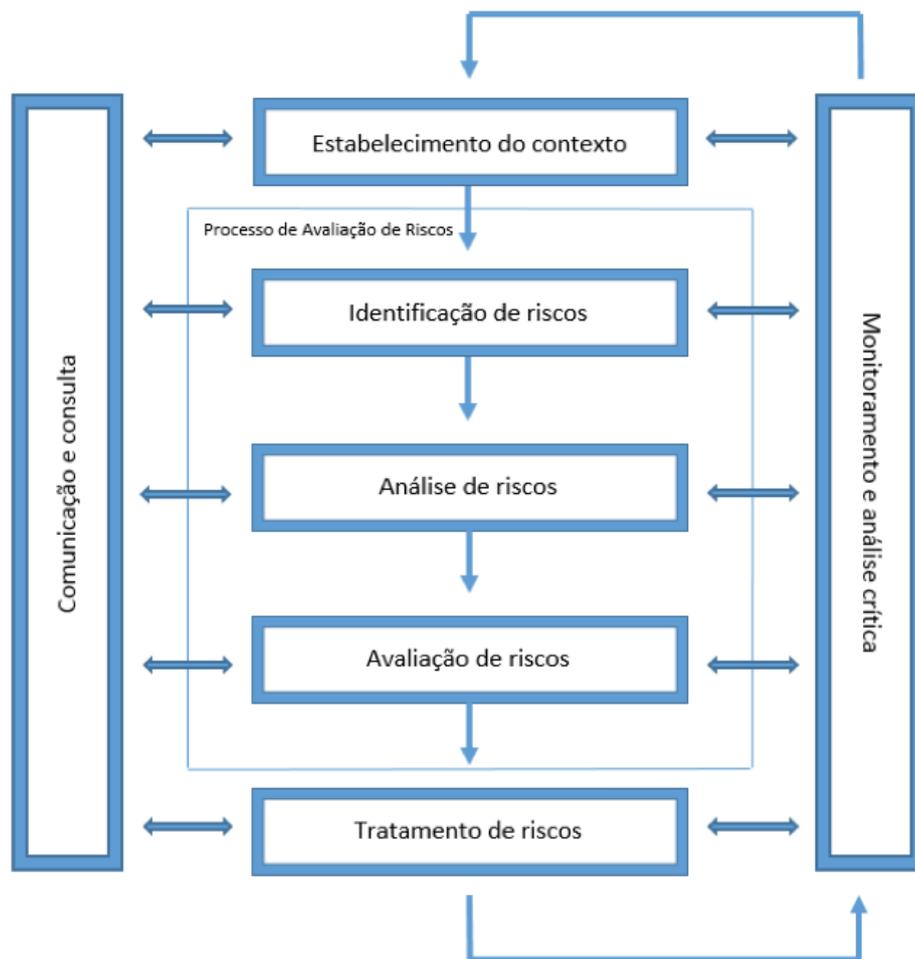


Figura 2.1: Arquitetura de gestão de riscos (Fonte: [24]).

Uma organização gerencia os seus riscos, em conformidade com [24], mediante a identificação, análise, avaliação e tratamento dos riscos, de acordo com sua política de aceitação. Concomitantemente, devem ocorrer as fases de comunicação e consulta aos interessados e o monitoramento e análise crítica dos riscos e controles.

Para que o gerenciamento de riscos possa ser eficaz, é necessário o estabelecimento do contexto dentro do qual a organização se encontra. As informações sobre o contexto

relacionam-se com a identificação dos objetivos organizacionais, a definição das partes interessadas, a análise dos ambientes interno e externo e a obtenção de informações sobre o escopo no qual a gestão de riscos será realizada [24]; [25].

O contexto externo é o “ambiente externo no qual a organização busca atingir seus objetivos” [27]. O estabelecimento do contexto externo à organização deve levar em consideração fatores culturais, políticos, legais, regulatórios, financeiros, econômicos, competitivos, tendências e percepções e valores perante as partes interessadas externas [25].

Com relação ao contexto interno, este é o “ambiente interno no qual a organização busca atingir seus objetivos” [27]. As normas [25] e [27] preconizam que devem ser levados em consideração, no estabelecimento do contexto interno, os recursos, conhecimentos, processos, partes interessadas internas, objetivos, estratégias, percepções, valores, culturas, funções e responsabilidades, governança, políticas, normas, estruturas organizacionais, sistemas de informação e fluxos de informação.

De acordo com [24], as informações sobre os contextos são imprescindíveis ao processo de tratamento dos riscos, na medida em que auxiliam a avaliar e determinar a complexidade dos riscos com os quais a organização está relacionada.

Assim, para o estabelecimento do contexto da gestão de riscos deve-se levar em consideração primordialmente, em atendimento à norma [25]:

- A identificação de responsabilizações e responsabilidades;
- A definição da extensão do processo de gestão de riscos no âmbito organizacional;
- A definição das metodologias de avaliação de riscos;
- A definição dos critérios de riscos;
- A definição de como será avaliado o desempenho da gestão de riscos;
- A decisão sobre as ações que precisam ser tomadas e sua documentação; e
- A definição de escopo.

O processo global de avaliação de riscos é composto pelos processos de identificação de riscos, análise de riscos e avaliação de riscos. Não obstante, conforme pode ser vislumbrado na Figura 2.1, é integrado aos processos de comunicação e consulta, estabelecimento do contexto, tratamento de riscos e monitoramento e análise crítica.

O processo de identificação de riscos consiste na “busca, reconhecimento e descrição de riscos” [26]. Devem ser levadas em consideração as fontes de riscos, eventos, causas e consequências que podem afetar os objetivos organizacionais, podendo-se lançar mão

de dados históricos, análises teóricas, opiniões e necessidades das partes interessadas [27]; [25].

Uma vez identificados os riscos, é necessário o levantamento dos controles existentes. Para isso, deve-se considerar:

- Quais os controles existentes para um risco em particular?
- São esses controles capazes de tratar adequadamente o risco, de modo que ele seja controlado a um nível que seja tolerado?
- Na prática, os controles estão operando na forma pretendida e pode ser demonstrado que são eficazes quando requerido?

O processo intitulado “análise de risco” visa compreender o risco e determinar seu nível [27]; [25]. Ademais, objetiva fornecer insumos (estimativas) para a avaliação de riscos e para a tomada de decisão acerca do tratamento dos riscos [27].

O processo de análise de riscos produzirá como saída, em conformidade com a norma [25], a decisão sobre quais riscos não necessitarão de avaliação adicional, quais são insignificantes, e, portanto, devem ser excluídos e a avaliação da necessidade de realização do processo de avaliação de riscos de forma mais detalhada.

A avaliação de riscos compara as informações advindas do processo de análise de riscos com os critérios de riscos, de forma a determinar se o risco é aceitável, e define ações para tratamento, baseada em causas, consequências e probabilidades [26]; [27]. Ademais, é um processo que consiste na seleção e aplicação de técnicas com o objetivo de escolher um tratamento adequado para o risco [25].

É necessário que as partes envolvidas tenham clareza sobre o contexto e objetivos da organização e da gestão de riscos e sobre os métodos e técnicas de avaliação, quais riscos são toleráveis e como tratar os inaceitáveis, além de estar conscientes a respeito dos recursos necessários para a gestão de riscos e sobre as formas de comunicação e análise. Ademais, o processo de avaliação de riscos utilizará critérios advindos do estabelecimento do contexto para comparar os níveis estimados dos riscos. Porém, é recomendada a revisão desses critérios em mais detalhe nesse momento [25].

Como resultado do processo de avaliação de riscos, a organização obterá [25]:

- Informações sobre o impacto dos riscos sobre os objetivos organizacionais;
- Insumos para o processo de tomada de decisão;
- Opções de tratamento para os riscos, inclusive com o estabelecimento de prioridades;
- Identificação das causas dos riscos;

- Comparação de riscos semelhantes;
- Comunicação de riscos e incertezas;
- Informações derivadas de investigações realizadas acerca de eventos ocorridos, as quais servirão de suporte à prevenção de incidentes;
- Possibilidade de atendimento a requisitos regulatórios;
- Dados sobre a conveniência da aceitação de um risco ou de seu descarte ao final da vida útil;
- Auxílio na avaliação da conveniência da aceitação do risco quando em comparação com critérios predefinidos;
- Informações que permitirão decidir se uma atividade pode ser realizada; e
- Oportunidades.

Ao final da avaliação de riscos, se obtém uma documentação, em formato de relatório, com as informações coligidas ao longo do processo. O documento deve ser atualizado sempre que surgirem novas informações ou sempre que houver alteração no contexto [25].

O tratamento de risco consiste no processo cíclico de modificar a probabilidade de ocorrência e/ou o efeito do risco, de modo que seja possível a reavaliação do novo nível de risco em relação a critérios definidos no estabelecimento do contexto, para determinar se algum tratamento adicional é requerido [24]; [26]; [25].

Segundo as normas [24] e [27], mediante as ações de tratamento, os riscos podem:

- Ser evitados, pela decisão de não ser iniciada ou descontinuada a atividade que origina o risco;
- Ser assumidos ou aumentados, com o objetivo de se conseguir uma oportunidade;
- Ter sua fonte removida;
- Ter a probabilidade ou a consequência alterada;
- Ser compartilhados com outras partes; e
- Ser retidos conscientemente.

Novos riscos podem resultar do processo de tratamento – os chamados riscos residuais ou retidos, assim como pode ocorrer a modificação ou desaparecimento de riscos [24]; [27]. Assim, a organização deve decidir explicitamente se os níveis de risco residuais ou

modificados são aceitáveis. Caso se considere que tais riscos não podem ser tolerados, um novo tratamento deve ser gerado, prevendo-se mudanças nas variáveis de contexto (por exemplo, nos critérios de risco), reiniciando o ciclo do processo [27].

De acordo com [25], os riscos podem ser divididos em três categorias, as quais podem ser empregadas no fornecimento de uma ordem de prioridades com relação ao tratamento: (i) faixa superior, “onde o nível de risco é considerado intolerável, quaisquer que sejam os benefícios que possam trazer à atividade, e o tratamento de risco é essencial, qualquer que seja o seu custo”, (ii) faixa intermediária, conhecida por “área cinzenta”, onde se considera os custos e benefícios para a escolha do tratamento e as oportunidades são comparadas com as consequências e (iii) faixa inferior, na qual o nível de risco é desprezível e nenhuma ação de tratamento é tomada. Há de se atentar, contudo, conforme explanado anteriormente, à ocorrência recorrente dos riscos desprezíveis.

Segundo [24] e [25], o processo de monitoramento e análise crítica objetiva realizar ações de verificação de forma contínua, com o objetivo precípua de identificar mudanças nos níveis do risco, além de:

- Verificar se as premissas dos riscos continuam válidas;
- Aferir se os resultados estão sendo alcançados e estão alinhados com a experiência corrente;
- Apurar se as técnicas de avaliação de riscos estão sendo aplicadas corretamente;
- Analisar se o tratamento dos riscos é eficaz; e
- Acompanhar a eficácia dos controles.

A gestão de riscos no ambiente organizacional dependerá do estabelecimento de uma comunicação e consulta eficazes com as partes interessadas e outros atores, objetivando fornecer, compartilhar ou obter informações relacionadas a gerenciar riscos [26]; [27]. O processo de comunicação e consulta deve ser contínuo, iterativo e acontecer em todos os processos da gestão de riscos, devendo ser concebido desde os momentos iniciais [24]; [27]; [25]. Ele auxilia a compreensão pelas partes interessadas quanto ao processo de gestão de riscos e aos motivos que levaram a se tomar determinada ação [24]. É, segundo [27], uma entrada para a tomada de decisão.

A norma [24] enumera alguns benefícios advindos do processo de comunicação e consulta:

- Auxilia a definir o contexto organizacional de maneira adequada;

- Permite maior envolvimento das partes interessadas no processo de gestão de riscos, assegurando que estas são compreendidas e têm seus interesses considerados;
- Auxilia na atividade de identificação dos riscos;
- Permite que pessoas de áreas distintas possam participar do processo de análise e avaliação de riscos, o que enseja que seus pontos de vista possam ser considerados;
- Garante que o plano de tratamento seja aprovado;
- Aprimora a gestão de mudanças dentro da gestão de riscos organizacionais; e
- Desenvolve um plano apropriado para a comunicação interna e externa.

### 2.1.2.2 *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA)*

Uma metodologia possível de ser aplicada ao gerenciamento de riscos diz respeito à técnica FMECA (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*; Análise de Modo de Falha, Efeitos e Criticidade), a qual objetiva elencar as falhas possíveis relativas a um sistema, além de classificá-las de acordo com seus efeitos e probabilidades de ocorrência [28].

Para [29], a técnica FMECA busca analisar os modos de falha de um sistema, podendo ser utilizada para classificar informações e identificar fatores internos e externos à cadeia de suprimentos.

A técnica FMECA é composta por duas análises: *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA, Análise de Modo de Falha e Efeitos) e *Criticality Analysis* (CA, Análise de Criticidade) [30]. Segundo a publicação, a FMEA objetiva identificar e analisar os diferentes modos de falha e seus efeitos no sistema, enquanto a CA busca classificar/priorizar as falhas segundo taxas e severidade dos seus efeitos.

[29] discorrem ainda sobre a questão ao afirmarem que o processo padrão da FMECA se inicia com a definição do sistema/componente. A próxima etapa consiste na identificação dos modos, causas e efeitos de falhas, seguindo-se da classificação de severidade, da estimativa da probabilidade de ocorrência, do cálculo de índice de criticidade de cada modo de falha e, por fim, a determinação de ações corretivas.

Na FMECA, cada falha é priorizada em termos de seu efeito no sistema, de forma que possibilite o tratamento (eliminação ou adoção de controle) dos riscos [30].

A FMECA deve ser executada, idealmente, mas não somente, no processo de *design*, uma vez que os critérios, requisitos e parâmetros de desempenho estão sendo desenvolvidos [30]. O texto afirma, ainda, que uma vez que um modo de falha possa ser detectado antes de sua ocorrência, danos ao sistema podem ser prevenidos ou alguma ação de correção pode ser desenvolvida para a minimização dos efeitos. Porém, a FMECA pode ser iniciada

após a construção do sistema, de forma a avaliar os riscos existentes sob um enfoque sistemático.

Após a identificação dos riscos/modos de falha, o próximo passo é o cálculo da criticidade, o que irá caracterizar a técnica. Para tanto, pode ser empregado o *Risk Priority Number* (Número de Prioridade do Risco) - RPN.

O RPN fornece uma estimativa numérica qualitativa do risco, a qual será empregada na classificação dos modos de falha [28], além de identificar e classificar os riscos associados ao sistema [30]. O seu resultado é empregado no sentido de priorizar a ordem de tratamento dos riscos e a destinação de recursos.

O RPN é o resultado do produto de três variáveis independentes [28], conforme visto na Equação 2.1:

$$RPN = (S)x(O)x(D) \quad (2.1)$$

Em que (S) refere-se à severidade, (O) à ocorrência e (D) à detecção de um risco/modo de falha.

Severidade diz respeito ao efeito de um modo de falha em um componente, sistema ou processo, sendo representada, normalmente, em uma escala que varia de 1 a 10 [28]. A severidade provê uma análise das piores consequências possíveis resultantes de uma falha/risco [30].

Quanto à ocorrência, esta é a probabilidade que uma falha venha a ocorrer [28]. Pode ser estimada utilizando-se uma escala de 1 a 10.

Uma análise qualitativa requer que as escalas de severidade e ocorrência sejam iguais, de modo que uma categoria não tenha mais peso que outra [30].

Detecção pode ser entendida como a habilidade dos controles atuais em detectar potenciais causas de falhas, ou, ainda, a habilidade em prever/antecipar causas de produção. É normalmente estimada utilizando-se uma escala que variará de 1 a 10 [28].

Uma vez calculados os *Risk Priority Numbers* para os modos de falhas/riscos, as ações corretivas devem focar primeiramente nos itens de maior criticidade. O objetivo das ações de correção deve ser reduzir uma ou mais das variáveis relacionadas à severidade, ocorrência e/ou detecção [28].

Entretanto, outra questão a ser considerada refere-se ao fato de que o RPN não deve ser utilizado de forma isolada, uma vez que é inábil em determinar os riscos ou consequências mais críticos [30]. Por exemplo, dois ou mais riscos podem ter RPNs iguais, ou seja, possuem a mesma criticidade, porém isso não significa que as severidades, consequências e detecções associadas sejam igualmente semelhantes ou que os tratamentos devam ser os mesmos.

Assim, o emprego de uma Matriz de Criticidade como complemento à Análise de Criticidade é sugerido por [30], de forma que os itens de maior severidade, consequência

e/ou detecção possam ser tratados prioritariamente. A Matriz de Criticidade permite identificar quais riscos possuem maior criticidade, embora com mesmo RPN, de modo que recebam maior atenção e maior quantidade de recursos quando do tratamento e estabelecimento de controles.

### 2.1.2.3 Lógica *Fuzzy*

A metodologia *fuzzy* se apresenta como um instrumento para transformar informações incertas ou vagas [31], geralmente disponíveis em linguagem natural, em números reais. [32] afirmam que a metodologia *fuzzy* é empregada quando não é possível atribuir valores exatos à avaliação dos riscos, mas somente aproximações. Em tais casos, são utilizados termos linguísticos, ao invés de valores numéricos. Ou ainda, segundo [33], a teoria de conjuntos *fuzzy* e os conceitos de lógica *fuzzy* podem ser utilizados para traduzir em termos matemáticos a informação imprecisa expressa por um conjunto de regras linguísticas. O resultado é um sistema de inferência baseado em regras, no qual a teoria de conjuntos *fuzzy* e a lógica *fuzzy* fornecem o ferramental matemático para lidar com tais regras linguísticas.

A lógica *fuzzy* se baseia na teoria de conjuntos *fuzzy* e pode ser entendida como uma “generalização da teoria de conjuntos tradicionais para resolver os paradoxos gerados a partir da classificação “verdadeiro ou falso” da lógica clássica” [34]. Os autores destacam, ainda, que uma proposição da lógica clássica é valorada em dois extremos: ou completamente verdadeira ou completamente falsa; porém tal conceito não se aplica à lógica *fuzzy*, na qual o grau de verdade pode variar de 0 a 1, permitindo estágios como parcialmente verdadeiro ou parcialmente falso.

[3] elencam conceitos relacionados à teoria de conjuntos *fuzzy*, sendo eles:

- Um conjunto *fuzzy*  $A$  em um universo  $U$  é caracterizado por uma função de pertinência  $\mu_A(x)$ , a qual assume valores no intervalo  $[0,1]$ .  $\mu_A(x)$  expressa a associação de  $x$  para  $A$ ;
- A altura de um conjunto *fuzzy* é o maior valor de pertinência (associação), atingido por qualquer ponto. Se a altura de um conjunto *fuzzy* é igual a um, ou seja,  $\mu_A(x) = 1$ , diz-se ter um conjunto *fuzzy* normal;
- Uma  $\alpha$ -cut de um conjunto *fuzzy*  $A$  é uma função característica  $A_\alpha$  (*crisp set*), a qual contém todos os elementos em  $U$  que possuem valor de pertinência (associação) em  $A$  maior ou igual a  $\alpha$ , ou seja,  $A_\alpha = \{ x \in U \mid \mu_A(x) \geq \alpha \}$ ;
- Quando o universo  $U$  é um espaço Euclidiano  $n$ -dimensional  $R^n$ , um conjunto *fuzzy*  $A$  é dito convexo se e somente se sua  $\alpha$ -cut é um conjunto convexo  $A$  para qualquer  $\alpha$  no intervalo  $(0,1]$ .

Tabela 2.1: Operações *fuzzy* (Fontes: [1]; [2]; [3]).

Operação	Fórmula	Resultado
Adição	$A_1 \oplus A_2$	$(l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$
Subtração	$A_1 \ominus A_2$	$(l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2)$
Multiplicação	$A_1 \otimes A_2$	$(l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2)$
Divisão	$A_1/A_2$	$(\frac{l_1}{l_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{u_2})$
Inverso	$(l_1, m_1, u_1)^{-1}$	$(\frac{1}{l_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{u_1})$
Produto Escalar	$k \cdot A_1$	$(k \cdot l_1, k \cdot m_1, k \cdot u_1)$

Um conjunto *fuzzy* pode ser considerado um número *fuzzy* se atender às três características: ser normal, convexo e limitado [3].

De acordo com [3], um número *fuzzy* pode assumir diversos formatos, o que [2] atribuem como sendo funções de pertinência: triangular, trapezoidal, gaussiana *etc.* Os autores afirmam que a função triangular facilita a implementação e o tratamento dos dados, sendo, portanto, mais utilizada.

Um número triangular *fuzzy*  $A$  pode ser expresso como  $A = (l, m, u)$  [1]; [2], onde:  $l$  = limite inferior;  $m$  = valor modal e  $u$  = limite superior.

$l$ ,  $m$  e  $u$  são números reais que satisfazem as premissas  $l = 0$  e  $l \leq m \leq u$ . Qualquer número real no intervalo  $[l, u]$  é caracterizado por um grau de pertinência (associação) entre 0 e 1 [3]. A Figura 2.2 ilustra um número *fuzzy* triangular.

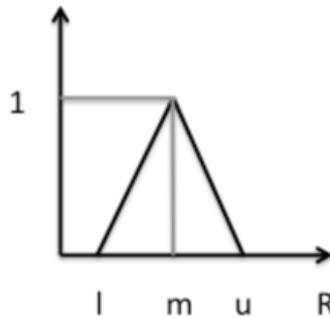


Figura 2.2: Representação de um número *fuzzy* triangular (Fonte: [2]).

Dados dois números *fuzzy* triangulares  $A_1 = (l_1, m_1, u_1)$  e  $A_2 = (l_2, m_2, u_2)$ , as operações passíveis de serem executadas são descritas pela Tabela 2.1.

Segundo [2], o grau de imprecisão de um julgamento corresponde ao grau de fuzzificação  $\delta$ , o qual será atribuído a todos os pares de comparação do problema em análise.

Para se fazer comparações, é necessário o estabelecimento de uma escala, a qual irá indicar quantas vezes mais importante ou quão dominante é um elemento sobre o outro

em relação ao critério ou propriedade em que estão sendo comparados. Como exemplo, pode-se empregar a escala apresentada por [5] (Tabela 2.4).

Supondo-se a comparação entre dois elementos  $i$  e  $j$ , onde  $i$  é preferível a  $j$ , o valor modal  $m$  do número *fuzzy* triangular correspondente é um dos valores apresentados por meio da escala. Ademais, os valores  $l$  (limite inferior) e  $u$  (limite superior) descrevem a imprecisão do julgamento, a qual é influenciada pelo grau de fuzzificação  $\delta$ [2].

Portanto, quando há uma comparação entre dois elementos distintos  $i$  e  $j$ , onde  $i$  é preferível a  $j$ , e conhece-se  $m$ , o número *fuzzy* triangular é

$$(m - \delta, m, m + \delta) \quad (2.2)$$

[2] fazem duas observações à escala de [5]. A primeira diz respeito a quando o valor de  $m$  for igual a 1 ( $i$  e  $j$  igualmente preferíveis). Nesse caso o número *fuzzy* triangular será

$$\left(\frac{1}{1 + \delta}, 1, 1 + \delta\right) \quad (2.3)$$

O segundo apontamento é quando  $m$  for igual a 9 (valor extremo da escala). Aqui o número *fuzzy* triangular será dado pela Equação 2.4

$$(9 - \delta, 9, 9) \quad (2.4)$$

[32], apresentam em seu trabalho a metodologia *fuzzy* ilustrada por meio da Figura 2.3.

O primeiro passo no desenvolvimento de uma análise de riscos baseada na abordagem *fuzzy* descrita por meio da Figura 2.3 consiste no estabelecimento de um grupo de avaliação de riscos. É necessário que os especialistas que irão compor o grupo possuam “um alto nível de conhecimento e experiência preliminar” [32]. As atribuições do grupo de avaliação de riscos se relacionam à identificação e análise dos riscos.

Uma vez definido o grupo de avaliação de riscos, a próxima etapa deve identificar as fontes de riscos. O objetivo dessa fase é investigar todas as possíveis fontes de riscos e suas consequências, de forma que sirvam como insumo para o processo de análise dos riscos e para as estratégias de resposta [32].

Em continuação à análise, o grupo de riscos deve identificar e classificar os riscos, de acordo com as fontes de riscos definidas. Segundo [32], almeja-se que o grupo de especialistas identifique e classifique os riscos, para posteriormente separá-los em  $n$  grupos, de acordo com o seu tipo.

Quanto à definição da função de cálculo do fator de risco, esta considera três parâmetros fundamentais à avaliação dos riscos: o Impacto do Risco (IR), a Probabilidade do Risco (PR) e a Discriminação do Risco (DR). A função de fator de risco é dada pela Equação 2.5, conforme apresentado no trabalho de [32].

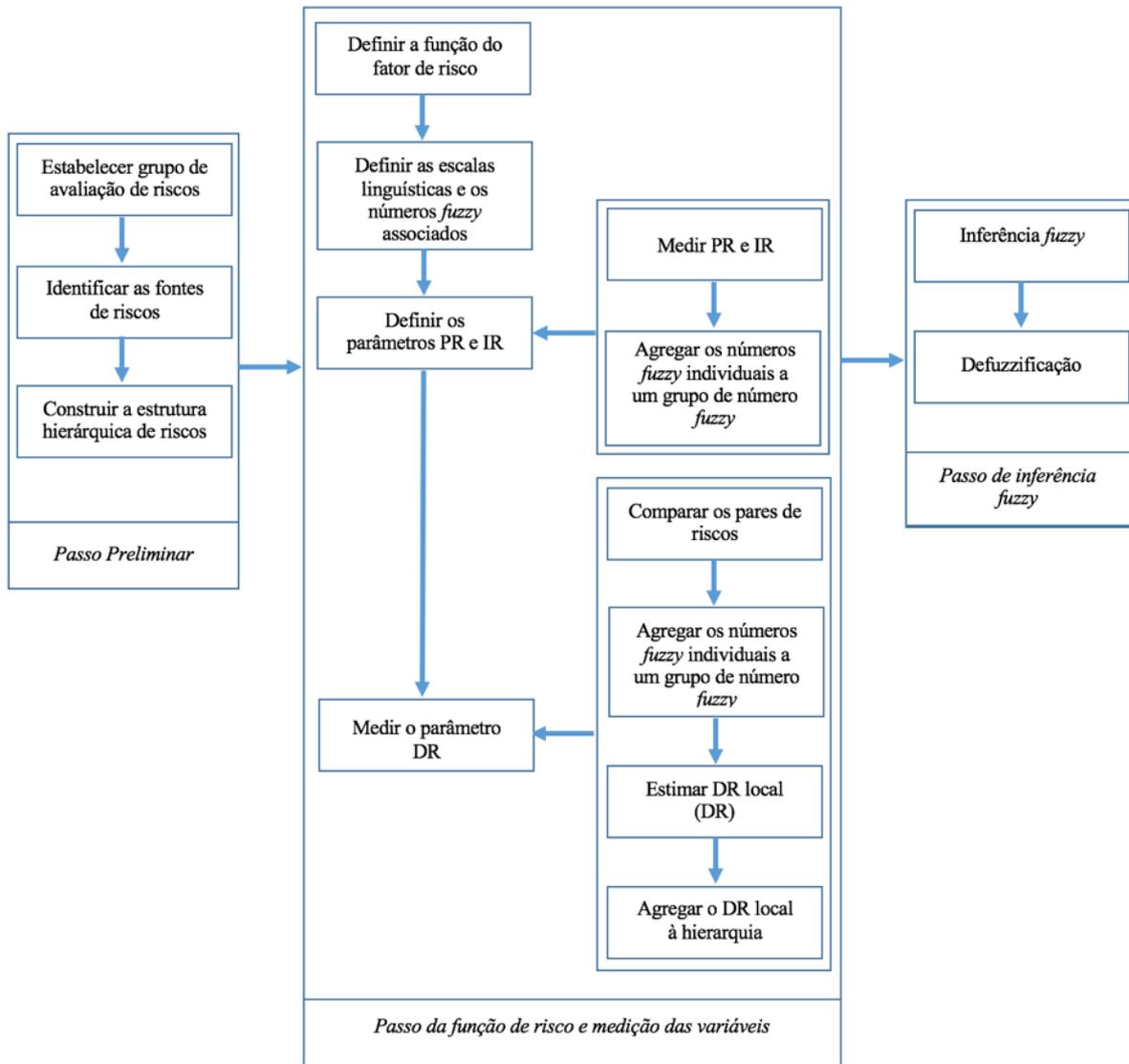


Figura 2.3: Metodologia *fuzzy* para avaliação de riscos (Fonte: [32]).

$$Fator\ de\ Risco = (IR \times PR) / DR \quad (2.5)$$

O impacto, também conhecido como severidade, diz respeito ao efeito de um risco em um componente, sistema ou processo.

Ao se considerar o contexto de um projeto, o impacto é o efeito potencial de um risco em um objetivo de projeto, como por exemplo em um cronograma, no custo, na qualidade ou no desempenho [32].

Quanto à probabilidade, ou ocorrência, esta é a probabilidade que um risco venha a se concretizar, conforme explanado anteriormente [28].

Uma vez que os dois parâmetros discutidos (IR e PR) não levam em consideração o

escopo do projeto como um todo, mas sim definem os riscos como variáveis independentes, justifica-se a necessidade da incorporação de um terceiro fator na função de risco: a Discriminação do Risco (DR) [32].

Assim, são definidas as escalas de impacto, probabilidade e discriminação dos riscos, compostas por termos linguísticos empregados na avaliação dos parâmetros, a ser conduzida pelo grupo de avaliação de riscos. Ademais, as escalas devem apresentar os números *fuzzy* associados a cada conceito linguístico.

#### **2.1.2.4 Gestão de Riscos em Contratos de Concessão**

A Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 [35], em seu artigo 2º, inciso II, define a concessão de serviço público como sendo “a delegação de sua prestação, feita pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado”.

Segundo [7], a definição de que o risco seria suportado apenas pelo concessionário, inclusive com disposições legais que trazem a expressão “por sua conta e risco”, como acima mencionado, está sendo, atualmente, posta em questão, uma vez que coexiste a solidariedade financeira entre concedente e concessionário (como, por exemplo, nas concessões subsidiadas ou subvencionadas; na divisão do ônus das concessões; em incentivos fiscais *etc*), além da diversificação de formas de remuneração do concessionário, a qual, nos contratos de concessão florestal, não ocorre de forma semelhante aos contratos de concessão ordinários, mas sim sendo o concessionário obrigado a pagar pelos produtos madeireiros explorados, e não o inverso.

Mesmo havendo o entendimento presente em leis e na doutrina majoritária que a execução contratual se dê “por conta e risco do concessionário”, é latente que um contrato de concessão deva ser caracterizado como um contrato comutativo, conforme enfatiza [7]. O autor esclarece que contratos comutativos preveem que haja uma justa equivalência das prestações de cada uma das partes, o que por si se configura como elemento atenuador do risco atribuído ao concessionário.

A Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004 [36], a qual institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública, preceitua, em seu artigo 4º, inciso VI, que na contratação de parceria público-privada será observada a repartição objetiva de riscos entre as partes. Adicionalmente, seu artigo 5º prevê a repartição de riscos ao instituí-la em relação “a caso fortuito, força maior, fato do príncipe e álea econômica extraordinária”.

Um ponto a ser observado com relação à necessidade da repartição dos riscos entre as partes em um contrato diz respeito à manutenção de um meio de atração dos investimentos privados para as concessões [7].

Ao dispor sobre contrato de concessão, [37] afirma que tem o administrador, respeitados os princípios constitucionais e a legalidade, a autonomia de prever as condições editalícias de participação do particular no certame, dentre elas os riscos que serão assumidos pelo particular e as garantias que este deve oferecer para a concessão. O autor ainda discorre sobre o assunto mantendo o posicionamento de que esta liberdade de imposições, principalmente no caso dos contratos de concessão, está diretamente vinculada ao planejamento administrativo e ao estudo de viabilidade econômico-financeira da concessão, o que revela a possibilidade do projeto de concessão em atrair a iniciativa privada.

A melhor forma de se conduzir uma gestão de riscos é alocar cada risco à parte que tem melhor condição de gerenciá-lo, isto é, à parte que poderá mitigá-lo, tomar as medidas para prevenir a ocorrência de eventos gravosos ou remediar as suas consequências e incentivar a realização dos eventos benéficos relacionados a tal risco, tudo isso com o menor custo possível [38].

Segundo [38], existem três critérios a serem observados quando da repartição de riscos entre as partes interessadas em um contrato de concessão ou parceria público-privada: (i) a alocação do risco deve ser sempre para a parte que tiver maiores condições de reduzir a probabilidade de ocorrência do risco e de aumentar as chances de um evento desejável, a um menor custo; (ii) alocação do risco para a parte com maior capacidade de gerenciar os danos, caso um evento indesejável se materialize; (iii) destinação do risco à parte que possui menores possibilidades de repassar para terceiros o custo advindo da concretização de um evento.

Diante do que fora arguido, essa seção almeja apresentar o estado da arte concernente às técnicas de gestão de riscos que estão sendo aplicadas aos contratos de concessão.

#### **2.1.2.4.1 Matriz de Riscos .**

A alocação adequada de riscos é um aspecto central para a estruturação de contratos de concessão e parcerias público-privadas PPP [38]. O autor cita que, em conjunto com os indicadores de desempenho, com o sistema de pagamentos e com o conjunto de penalidades, a matriz de riscos e o sistema de equilíbrio econômico-financeiro constituem os aspectos centrais do contrato, pois estipulam o conjunto de incentivos para a ação de cada parte na relação contratual.

Uma matriz de riscos objetiva estabelecer a responsabilidade contratual de cada parte frente à uma determinada atividade, além de lidar com incertezas, ganhos e ônus. Em

resumo, uma matriz de risco contratual “fixa o conjunto de encargos e benefícios de cada parte” [38].

Para [38], todo contrato possui, explícita ou implicitamente, uma matriz de riscos, sendo que sua classificação como explícita dá-se quando o texto contratual a prevê expressamente. De outro modo, pode ser considerada implícita quando existe no contrato uma lacuna referente aos riscos, tendo-se, portanto, que recorrer às leis ou a outras fontes normativas.

Para contratos complexos de concessão, é desejável que estes possuam em seu corpo uma matriz de riscos explícita, e que esta preveja, ao menos, os principais riscos que podem afetar a relação jurídica entre as partes.

Observa-se que existe uma padronização dos riscos associados aos contratos de concessão comum e de parceria público-privada, os quais são derivados de normativos legais [38]. Entretanto, esses não devem ser entendidos como uma enumeração exaustiva, mas sim como um ponto de partida para a identificação dos riscos.

Nessa seara, um exemplo é trazido pela Lei nº 8.987/1995 [35], conhecida como “Lei das Concessões”, a qual dispõe, em seu artigo 9º, §3º, que, ressalvados os impostos sobre a renda, a criação, alteração ou extinção de quaisquer tributos ou encargos legais, após a apresentação da proposta, quando comprovado seu impacto, implicará a revisão da tarifa, para mais ou para menos, conforme o caso. Assim, pode-se depreender, nesse caso, que o risco caracterizado pela lei é alocado à administração pública, e não ao particular.

Entretanto, há de se esclarecer que não há uma linha visível entre os riscos, diante da qual seria possível a definição de qual deveria ser alocado a determinada parte. Assim, uma análise metódica, além das espécies normativas legais, deve ser conduzida, de forma a identificar e analisar os riscos que possam permear um contrato de concessão.

Sobre a necessidade da previsão de uma matriz de riscos contratual, o Acórdão 621/2015-TCU-Plenário do Tribunal de Contas da União (TCU) [39] exarou determinações à entidade Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás) e à Comperj Poliolefinas para que exigissem maiores detalhes sobre o preço ofertado nos procedimentos licitatórios de contratação de obras. Em tal documento, determinou-se a inserção nos contratos de obras de uma matriz de riscos com o objetivo de “estabelecer a repartição objetiva das responsabilidades advindas de eventos supervenientes à contratação, como informação indispensável para caracterização do objeto e das respectivas responsabilidades contratuais, como também elemento capaz de subsidiar o dimensionamento das propostas por parte das licitantes”.

O entendimento da necessidade da previsão de uma matriz de riscos contratual deriva de jurisprudência do referido tribunal acerca do Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC), a qual prevê que “(...) é sempre recomendado exigir-se uma discriminação daquilo que está sendo contratado, amarrando-se as responsabilidades de ambas as partes

em documentos hábeis a objetivar a distribuição dos riscos entre os contratantes”. Ademais é entendimento da corte que sua jurisprudência “tem se sedimentado na linha de que instrumentos desse tipo (matriz de riscos) conferem segurança jurídica e transparência à avença, na medida em que objetivam a distribuição de responsabilidades entre as partes. Este entendimento já foi esposado, por exemplo, nos acórdãos 2.580/2014, 1.510/2013, 1.465/2013 e 1.310/2013, todos do Plenário”.

Na mesma vertente, entende a Tomada de Contas 007.315/2011/TCU [40], que “a referida matriz constitui informação indispensável para a caracterização do objeto e das respectivas responsabilidades contratuais; os riscos a serem contemplados no instrumento serão todos aqueles que poderão vir a acometer a execução da avença”. Preceitua o tribunal, ainda, que os riscos devem ser resultantes de uma avaliação que considere o grau de incipiência do projeto e a experiência do órgão quanto ao processo. Assim, quanto maior o nível de experiência dos gestores responsáveis pela elaboração da matriz de riscos, maior a quantidade de informações sobre a repartição de responsabilidades, como, também, maior o detalhamento quanto à identificação dos riscos. O inverso também procede, onde quanto mais simples o objeto do processo licitatório, menor será a quantidade enumerada de riscos, o que resultará em uma matriz de riscos mais concisa.

Sobre a quantidade ideal de riscos a serem identificados, o TCU afirma, na citada Toma de Contas, que “de fato, não é razoável esperar que sejam antevistos, de forma exauriente, todas e quaisquer vicissitudes que possam vir a afligir a execução da obra. Entrementes, enquanto instrumento que almeja objetivar a repartição das atribuições e responsabilidades entre as partes, a matriz de riscos deve ser constituída de modo tão meticoloso quanto possível, abarcando a maior quantidade de situações previamente vislumbráveis”.

Portanto, é desejável que a matriz contemple a maior quantidade possível de riscos que possam ser vislumbrados quando da construção do edital do processo licitatório e da vigência contratual. Entretanto, essa é uma tarefa de complexa realização, uma vez que um contrato de concessão pode estar sujeito à incidência de inúmeros riscos, os quais, em sua grande maioria, são de difícil identificação e mensuração quanto ao impacto.

#### **2.1.2.4.2 Teoria das Opções Reais**

[41] apresentam em seu trabalho a utilização da teoria das opções reais para a mitigação de riscos em contratos de infraestrutura do tipo parceria público-privada, de forma a determinar a garantia ótima através da valoração quantitativa de risco, tornando o Estado uma espécie de “sócio” do empreendimento. Para os autores, a presença do governo como mitigador de risco pode ser condição necessária, na medida em que podem estar sob seu controle variáveis que afetam condicionantes importantes do projeto (taxa de juros,

respeito a contratos, regulação *etc*), ou mesmo variáveis de mercado que o investidor privado julgue tão arriscadas a ponto de inviabilizar o investimento.

Ainda de acordo com os autores, projetos de infraestrutura possuem grande volume de investimentos exigido, longo prazo de maturação e são considerados essenciais para a sociedade. Tais especificidades, verificáveis de igual forma nos contratos de concessão florestal, fazem com que os projetos sejam “fortemente afetados por considerações políticas e regulatórias, que aumentam significativamente o risco deste investimento para o investidor privado”.

## 2.2 Técnicas Aplicáveis à Identificação de Riscos

Para [42], a identificação de riscos nas atividades das organizações economiza esforços e diminui custos.

Segundo [43], todos os *frameworks* de gestão de riscos afirmam a necessidade da identificação de riscos no início das atividades. De acordo com o autor, o processo de identificação de riscos requer duas atividades-chave: reconhecer as fontes de riscos e vasculhá-las para a obtenção dos riscos e oportunidades.

Desta forma, esta seção apresenta algumas técnicas aplicáveis à identificação de riscos, agrupando-as em três categorias: qualitativas, quantitativas e qualitativas e quantitativas.

A Tabela 2.2 apresenta um resumo das técnicas pesquisadas e explicitadas posteriormente neste estudo.

As técnicas da ABNT NBR ISO/IEC 31010:2012 [25] enumeradas foram escolhidas em razão de possuírem um conceito de “fortemente aplicado” ao processo de identificação de riscos, classificação presente no Anexo ‘A’ da norma.

Os tópicos seguintes visam detalhar as técnicas de identificação de riscos apresentadas por meio da Tabela 2.2, agrupando-as em métodos qualitativos, quantitativos e ambos.

### 2.2.1 Técnicas Qualitativas

A Análise de Causa e Efeito busca identificar as causas de um evento positivo (um objetivo) ou negativo (um problema). “Organiza todos os possíveis fatores contributivos em categorias amplas de modo que todas as hipóteses possíveis possam ser consideradas. [...] A informação é organizada em diagramas de espinha de peixe (também chamados de Ishikawa) ou por vezes em diagramas de árvore” [25].

A técnica possui como pontos fortes [25]: envolvimento de uma equipe de especialistas trabalhando junto para considerar os cenários e causas possíveis de falhas; análise estruturada; considera todas as hipóteses prováveis; os gráficos facilitam a visualização dos

resultados; identificação das áreas onde dados adicionais são necessários; pode ser utilizada para identificar os fatores contributivos para os efeitos pretendidos e não pretendidos. Ademais é útil para identificar as causas dos riscos [44].

Suas limitações são: falta de especialização da equipe; não ser um processo completo por si só e precisar ser parte de uma análise de causa-raiz; é uma técnica de exibição das causas para *brainstorming* mais do que uma técnica de análise em separado; as interações entre fatores causais podem não ser consideradas de forma adequada, uma vez que a separação em categorias ocorre no início da análise [25].

Tabela 2.2: Técnicas aplicáveis ao processo de identificação de riscos

	31010:2012[25]	PMBOK[44]	Chapman[43]	Labovsky[45]
Análise de Árvore de Eventos (ETA)	✓			
Análise de Árvore de Falhas (FTA)	✓			
Análise de Confiabilidade Humana (ACH)	✓			
Análise de Camadas de Proteção (LOPA)	✓			
Análise de Causa e Consequência	✓			
Análise de Causa e Efeito / Diagrama de Causa e Efeito	✓	✓		
Análise de Cenários	✓			
Análise de Custo Benefício (ACB)	✓			
Análise de Decisão Multicritério (MCDA)	✓			
Análise de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (SWOT)		✓	✓	
Análise de Impactos no Negócio (BIA)	✓			
Análise de Lacunas			✓	
Análise de Markov	✓			
<i>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA)</i>	✓			
<i>Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)</i>	✓			
Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)	✓			
Análise PEST			✓	
Análise Preliminar de Perigos (APP)	✓			
Avaliação de Risco Ambiental	✓			
Base de dados			✓	
<i>Brainstorming</i>	✓	✓		
<i>Business Risk Breakdown Structure (RBS)</i>			✓	
<i>Business Risk Taxonomy (BRT)</i>			✓	
<i>Checklists</i>	✓	✓	✓	

Tabela 2.2: Técnicas aplicáveis ao processo de identificação de riscos (continuação)

	31010:2012[25]	PMBOK[44]	Chapman[43]	Labovsky[45]
Curvas FN	✓			
Delphi	✓	✓		
Diagrama de Influência		✓		
Diagrama de Sistema ou Fluxograma		✓		
Entrevistas		✓		
Entrevistas Estruturadas ou Semi-estruturadas	✓			
Estrutura/Conteúdo de Registro de Risco		✓		
Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)	✓		✓	✓
Índices de Risco	✓			
Manutenção Centrada em Confiabilidade	✓			
Matriz de Probabilidade/Consequência	✓			
Opinião Especializada		✓		
Questionário de risco			✓	
Revisões de Documentação		✓		
<i>Sneak Analysis</i> (AS)	✓			
<i>Sneak Circuit Analysis</i> (SCA)	✓			
Técnica estruturada “E se” (SWIFT)	✓			

A Análise de Cenários refere-se, segundo [25], ao desenvolvimento de modelos descritivos de como o futuro poderá ser, com a finalidade de antecipar ameaças e/ou oportunidades, tanto para curto como para longo prazo, podendo ser útil, também, quando houver grandes diferenças de distribuição entre resultados positivos e negativos no espaço, tempo e grupos na comunidade ou numa organização. Ademais, para a identificação e análise de riscos, conjuntos de cenários refletindo, por exemplo, o melhor caso, o pior caso e o caso esperado, podem ser utilizados para identificar o que poderia acontecer sob circunstâncias específicas e para analisar as consequências potenciais e suas probabilidades para cada cenário.

Como vantagem, a sua utilização pode ser útil em situações onde há pouco conhecimento atual sobre no que basear as previsões ou quando os riscos estão sendo considerados no futuro a longo prazo. Entretanto, são pontos fracos da técnica: alguns cenários podem ser irreais onde há alta incerteza; dificuldade na utilização por falta de dados e baixa capacidade dos analistas e tomadores de decisão em desenvolver cenários realistas; falta de um fundamento adequado, com dados especulativos e resultados irreais não reconhecidos como tais [25].

Segundo [43] e [46], a Análise de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (SWOT) se apresenta como um acrônimo para *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*, sendo uma ferramenta que auxilia na análise dos ambientes interno e externo, além de identificar opções de estratégias, oportunidades de aquisição, potenciais parcerias, identificação de novos produtos, estratégias negociais e possibilidade de terceirização de atividades. A técnica SWOT propicia o entendimento, apresentação, discussão e a tomada de decisão acerca das informações organizacionais [43]. No mesmo sentido, [44] afirma que a técnica SWOT objetiva examinar um projeto sob o ponto de vista de suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, de modo a identificar os riscos, inclusive aqueles gerados internamente. Para [43], uma análise SWOT pode ser utilizada para a identificação de riscos e oportunidades que uma organização enfrenta, tendo a vantagem de ser rápida de implementar e fácil de ser compreendida.

Segundo [6], o objetivo principal da matriz SWOT é colaborar e fornecer insumos para definição de objetivos e estratégias que visem manter os pontos fortes, mitigar ou reduzir os pontos fracos, aproveitar oportunidades e proteger a organização contra ameaças.

Para a elaboração de uma matriz SWOT, convém que algumas perguntas sejam consideradas para cada um de seus pilares (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças), conforme exemplificado pela Figura 2.4.

O ambiente externo é onde a organização busca atingir seus objetivos [26]. É representado pelo conjunto de tendências relativas a variáveis externas que provocam impactos relevantes no desempenho organizacional e geralmente estão fora do controle da organi-

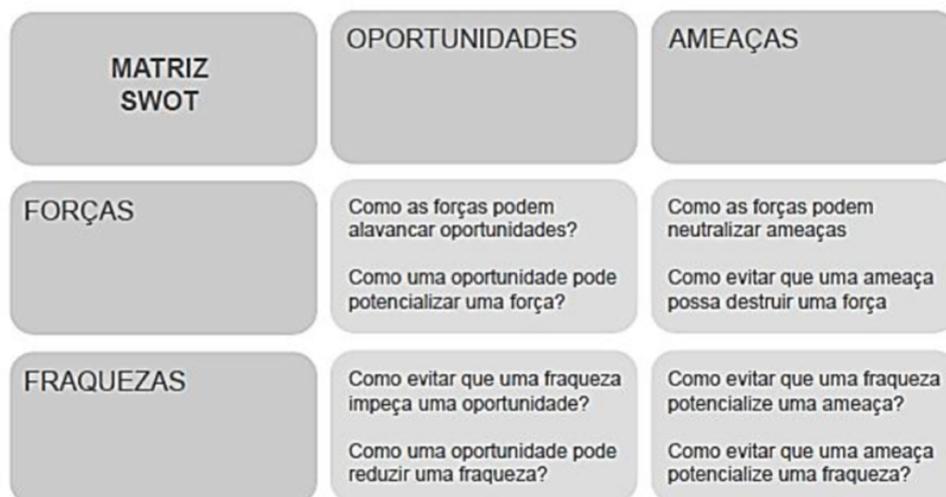


Figura 2.4: Matriz SWOT (Fonte: [6]).

zação, por exemplo fatores culturais, sociais, políticos, regulatórios, legais, financeiros, tecnológicos, econômicos, competitivos, tendências e percepções, valores e preocupações das partes interessadas externas [26]; [6]. Segundo [6], os impactos podem ser positivos (oportunidades) ou negativos (ameaças), os quais devem ser explorados ou neutralizados, respectivamente.

As oportunidades são ocasiões externas favoráveis para a melhoria da atuação da organização, sejam elas visando potencializar uma força ou mitigar uma fraqueza [6]. Quanto à uma ameaça, esta pode ser definida como qualquer elemento externo à entidade que possui potencial de impedir o alcance dos objetivos organizacionais.

O ambiente interno é representado pelo conjunto de variáveis internas que expressa as forças (potencialidades) e as fraquezas (vulnerabilidades) que estão sob a governabilidade da organização. As forças de uma organização são as suas principais características positivas. São fatores que proporcionam uma vantagem competitiva e garantem sua sustentabilidade.

Para [43], a análise SWOT é valiosa, na medida em que envolve na discussão os principais gestores do negócio, além de estimular o pensamento.

A técnica Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) “fornece uma estrutura para identificar perigos e pôr em prática controles em todas as partes pertinentes de um processo para proteger dos perigos e manter a confiabilidade da qualidade e segurança de um produto. A APPCC tem como objetivo assegurar que os riscos sejam minimizados por controles ao longo do processo ao invés de mediante a inspeção do produto final” [25].

São pontos fortes da metodologia [25]:

- Processo estruturado que fornece evidência documentada de controle da qualidade, bem como a identificação e a redução de riscos;
- Foco sobre os aspectos práticos de como e onde, em um processo, os perigos podem ser prevenidos e os riscos controlados;
- Um melhor controle de risco em todo o processo ao invés de depender de inspeções do produto final; e
- Capacidade para identificar perigos introduzidos por meio de ações humana e como estes podem ser controlados.

São limitações da técnica: requer que os perigos sejam identificados, os riscos definidos e sua significância estendida como entradas no processo. Controles apropriados também precisam ser definidos. Além disso, tomar ações quando os parâmetros de controle excedem limites definidos pode levar à perda de alterações graduais nos parâmetros de controle.

A Análise PEST se apresenta como um acrônimo para “*Political, Economic, Social and Technological*” (Políticos, Econômicos, Sociais e Tecnológicos), os quais são fatores utilizados para avaliar o mercado de uma unidade organizacional ou negocial [43].

Uma Análise PEST, de acordo com o explanado por [43], revelará muitas das influências ambientais externas sobre o desempenho de uma organização. Pode ser realizada por meio de uma oficina ou como parte de uma sessão de *brainstorming*, onde os objetivos são esclarecidos aos participantes logo no início.

A Análise Preliminar de Perigos objetiva identificar situações e eventos perigosos que podem causar danos em uma determinada atividade, instalação ou sistema [25].

São pontos fortes da técnica a capacidade em lidar com poucas informações e a possibilidade de os riscos serem considerados precocemente no ciclo de vida do sistema. Por outro lado, constitui-se como limitação o fato de fornecer somente informações preliminares, não abrangentes e não detalhadas sobre os riscos [25].

Uma base de dados de riscos pode ser utilizada na captura de informações de forma controlada e consistente, de acordo com [43]. O autor discorre que os bancos de dados fornecem uma trilha de auditoria de identificação, avaliação e implementação de ações de gestão.

Informações coletadas em projetos anteriores e armazenadas como lições aprendidas podem servir de entrada para identificação de riscos posteriores. Tal fato é alcançado registrando-se os riscos que se materializaram, como foram abordados, os custos do orçamento e da execução, a alocação de contingência e os gastos e as realizações em relação aos objetivos [43].

Segundo [25], “*brainstorming* envolve estimular e incentivar o livre fluxo de conversação entre um grupo de pessoas conhecedoras para identificar os modos de falha potenciais e os perigos e riscos associados, os critérios para decisões e/ou opções para tratamento”.

É utilizado, geralmente, com uma equipe multidisciplinar, na presença de um facilitador, com o objetivo de identificar e categorizar os riscos [44].

A técnica de *brainstorming* pode ser utilizada sozinha ou em conjunto com outras ferramentas.

A norma [25] cita os pontos fortes da técnica:

- Por incentivar a imaginação dos participantes, o *brainstorming* “é particularmente útil ao identificar os riscos de novas tecnologias, onde não existem dados ou onde soluções inovadoras para os problemas são necessárias”;
- Envolvimento das partes interessadas, fator que facilita a comunicação; e
- Rápida e fácil preparação.

As limitações são listadas como sendo [25]:

- Os participantes podem não ter o conhecimento necessário para contribuir;
- Uma vez que é uma técnica não-estruturada, pode ser difícil demonstrar que todos os riscos potenciais foram identificados; e
- Pessoas com ideias interessantes podem permanecer quietas, não contribuindo. Tal fato pode ser superado por meio de *brainstorming* em computador.

[43] define a técnica *Business Risk Breakdown Structure* (RBS) – Estrutura de Divisão de Risco do Negócio, em uma tradução livre, como sendo uma decomposição hierárquica do ambiente de negócios em processos negociais, de forma a ilustrar possíveis fontes de risco.

*Business Risk Taxonomy* (BRT), ou em português Taxonomia de Risco Empresarial, é, segundo [43], uma técnica que fornece uma lista de verificação (*checklist*) estruturada que organiza os riscos empresariais conhecidos em classes, elementos, atributos e características. A taxonomia permite que o risco e a oportunidade sejam divididos em partes gerenciáveis, as quais podem ser manipuladas para fins de tomada de decisão.

[43] preceitua a técnica de *checklists* como sendo uma lista de riscos identificados em projetos anteriores, ou seja, é desenvolvida a partir de experiências passadas. Ele salienta que os *checklists* permitem aos gestores capturar as lições aprendidas e avaliar se os riscos semelhantes são relevantes.

[25] discorre no mesmo sentido, ao afirmar que *checklists* são listas de riscos desenvolvidas a partir da experiência, como resultado de uma avaliação de riscos anterior ou de falhas passadas. A norma enfatiza que a técnica é mais útil quando aplicada em conjunto com outra técnica mais imaginativa, a qual permita uma maior possibilidade de se identificar os riscos.

Suas vantagens residem no fato de poder ser utilizada por não especialistas; combinam conhecimento com facilidade de uso e podem auxiliar a assegurar que os problemas comuns não sejam esquecidos [25]. Com relação às suas limitações, ainda segundo a norma, estas são: tendem a inibir a imaginação dos participantes na identificação dos riscos; não são ideais para identificar riscos desconhecidos; incentivam o comportamento do tipo “marque a opção” e tendem a ignorar problemas que não são prontamente vistos.

Delphi é um procedimento, segundo a norma [25], destinado à obtenção de um consenso confiável de opiniões de um grupo de especialistas. Difere do *brainstorming* na medida em que os especialistas expressam suas opiniões individuais e anonimamente, porém, conforme o processo evolui, os pontos de vistas são debatidos até chegar a um consenso.

No mesmo sentido, [44] afirma que a técnica Delphi objetiva obter um consenso entre especialistas, os quais participam anonimamente. É aplicado um questionário pelo facilitador. As respostas são, então, resumidas e redistribuídas aos especialistas para comentários adicionais, tarefa que acontece até se obter um consenso entre os participantes. A técnica ajuda a reduzir a parcialidade nos dados e evita que alguém possa influenciar o resultado.

As vantagens de sua utilização são [25]:

- O anonimato permite que opiniões impopulares sejam expressas;
- Todas as opiniões têm peso igual; e
- Os especialistas não precisam estar reunidos em um mesmo local.

A norma cita, igualmente, os pontos fracos da técnica, sendo eles:

- Consumo intensivo de trabalho e tempo; e
- Os especialistas devem ter a capacidade de se expressarem por escrito.

O Diagrama de Influência é uma representação gráfica “de situações que mostram influências causais, ordem dos eventos no tempo e outras relações entre variáveis e resultados” [44].

Segundo [44], Diagramas de Sistema ou Fluxograma “mostram como os vários elementos de um sistema se inter-relacionam e o mecanismo de causalidade”.

Para [44], entrevistar participantes experientes, partes interessadas e especialistas pode contribuir para a fase de identificação de riscos.

[25] define que “em uma entrevista estruturada, os entrevistados são solicitados individualmente a responder um conjunto de questões pré-elaboradas que constam de um roteiro de instruções e que incentivam o entrevistado a ver uma situação a partir de uma perspectiva diferente e, assim, identificar os riscos a partir desta perspectiva. Uma entrevista semi-estruturada é semelhante, porém permite mais liberdade para uma conversa que explore questões que surjam. As entrevistas estruturadas são úteis quando for difícil reunir as pessoas para uma sessão de *brainstorming* ou quando o livre fluxo de discussão em um grupo não é apropriado para a situação ou pessoas envolvidas. São muitas vezes utilizadas para identificar os riscos ou avaliar a eficácia dos controles existentes como parte da análise de riscos”.

São pontos fortes das técnicas [25]:

- Permitem às pessoas tempo para refletir sobre as questões;
- A comunicação frente a frente pode permitir considerações mais aprofundadas das questões;
- As entrevistas estruturadas permitem o envolvimento de um maior número de partes interessadas do que o *brainstorming*.

São limitações encontradas nas entrevistas estruturadas e semi-estruturadas [25]:

- Consome muito tempo se o interesse for em opiniões múltiplas;
- Vieses são tolerados e não removidos por meio de discussão em grupo; e
- O desencadeamento da imaginação (característica do *brainstorming*) pode não ser atingido.

Com relação à técnica Estrutura/Conteúdo de Registro de Risco, [43] preceitua que o valor de registro de um risco diz respeito à sua capacidade de capturar informações de forma consistente e de simplificar a comunicação. O *layout* do registro deve refletir a sequência em que a informação é capturada.

A ferramenta Estudos de Perigos e Operabilidade (HAZOP – *Hazard and Operability Study*) “é um exame estruturado e sistemático de um produto, processo, procedimento ou sistema existente ou planejado. É uma técnica para identificar o risco para pessoas, equipamentos, ambiente e/ou objetivos organizacionais. Espera-se também que a equipe de estudo, sempre que possível, forneça uma solução para o tratamento do risco” [25].

Trata-se de uma técnica qualitativa baseada no uso de palavras-guia, que visam questionar como a intenção do projeto ou as condições de operações podem não ser atingidas [25].

A norma [25] elenca as vantagens da técnica HAZOP:

- Fornece os meios para se analisar um sistema, processo ou procedimento;
- Constituída por equipe multidisciplinar, incluindo especialistas operacionais e aqueles que podem ter que realizar ações de tratamento;
- Gera soluções e ações de tratamento de riscos;
- Ampla aplicação;
- Permite a consideração explícita das causas e consequências de erro humano; e
- Cria um registro escrito do processo.

Ademais, são suas limitações:

- Pode ser demorada e, portanto, cara;
- Requer alto nível de documentação ou especificação;
- Pode focar em encontrar soluções detalhadas, ao invés de questionar premissas fundamentais;
- Discussão pode focar em detalhes do projeto, e não em questões mais amplas ou externas;
- Limitada pelo projeto, escopo e objetivos dados à equipe; e
- Se baseia no conhecimento dos projetistas, os quais podem não ser objetivos.

Na técnica Opinião Especializada, especialistas com conhecimento relevante no negócio podem identificar os riscos. A parcialidade deve ser levada em consideração [44].

Um Questionário de Risco objetiva extrair questões não resolvidas, incompletas, suscitadas por preocupações, atrasadas, não coordenadas, que parecem estar em rápida mudança, incertas *etc* [43]. Segundo o autor, o objetivo da técnica é obter tanta informação quanto possível, não dissuadindo os participantes de responderem.

Para [44], Revisões de Documentação podem incluir planos, premissas, arquivos, acordos e outras informações. Tais dados podem se tornar, no futuro, indicadores de riscos.

*Sneak Analysis* apresenta-se como “uma metodologia para a identificação de erros de projeto. Uma condição sneak é um *hardware*, *software* ou condição integrada latente que

pode causar a ocorrência de um evento indesejado ou inibir um evento desejado, não sendo causado por falha do componente” [25]. Já a *Sneak Circuit Analysis* é útil para a descoberta de caminhos de circuitos elétricos involuntários e auxilia na elaboração de soluções para isolar cada função [25].

A técnica pode ser empregada para a identificação de erros em projetos, funciona melhor quando utilizada conjuntamente com a metodologia HAZOP e é boa para tratar de sistemas que tenham estados múltiplos. Como limitação tem-se que o processo é diferente e o método é dependente do estabelecimento correto da rede de árvores [25].

## 2.2.2 Técnicas Quantitativas

Segundo [25], a Análise de Markov é utilizada quando:

- O estado futuro de um sistema depende somente de seu estado atual;
- Para a análise de sistemas reparáveis que podem existir em múltiplos estados e a utilização de uma análise de bloco de confiabilidade seria inapropriada para analisar adequadamente o sistema;
- Em várias estruturas de sistema, com ou sem reparo; e
- Do cálculo da disponibilidade, inclusive levando em consideração os componentes sobressalentes para reparos.

É uma técnica quantitativa que pode ser discreta (utilizando probabilidades de mudança entre os estados) ou contínua (utilizando taxas de mudança através dos estados) [25].

Possui como ponto forte, segundo a norma, a capacidade de calcular as probabilidades para sistemas com uma capacidade de reparo e múltiplos estados degradados. E como limitações:

- Premissa de probabilidades constantes de mudança de estado, seja de falhas ou reparos;
- Todos os eventos são estatisticamente independentes, uma vez que os estados futuros são independentes de todos os estados passados, exceto para o estado imediatamente anterior;
- Necessidade de conhecimento de todas as probabilidades de mudança de estado;
- Conhecimento de operações com matrizes; e

- Os resultados são difíceis de comunicar para pessoal não técnico.

Para [25], Curvas FN são “uma representação gráfica da probabilidade de eventos que causam um nível especificado de danos para uma população específica. Na maioria das vezes se referem à frequência de um determinado número de vítimas. As Curvas FN mostram a frequência acumulada ( $F$ ) em que  $N$  ou mais membros da população serão afetados. Os altos valores de  $N$  que podem ocorrer com uma alta frequência  $F$  são de interesse significativo, pois eles podem ser social e politicamente inaceitáveis”.

Ser útil na apresentação de informações e ser apropriada para comparação entre riscos de situações similares onde dados suficientes estão disponíveis são vantagens advindas da utilização de Curvas FN [25]. Seus pontos fracos incluem [25]: “elas não dizem nada sobre a faixa de efeitos ou resultados de incidentes; exceto o número de pessoas impactadas, e não há uma maneira de identificar as diferentes formas em que o nível de dano pode ter ocorrido”, além de requererem analistas especializados e serem, muitas vezes, difíceis de serem interpretadas e avaliadas por não especialistas.

### 2.2.3 Técnicas Qualitativas e Quantitativas

Segundo [25], a Análise de Árvore de Eventos, ou ETA (acrônimo para *Event Tree Analysis*) é uma representação gráfica de sequências mutuamente excludentes de eventos, incluindo agravantes ou atenuantes, após um evento iniciador de acordo com o funcionamento/não funcionamento dos vários sistemas, funções ou barreiras projetados para mitigar as suas consequências.

A técnica ETA serve para modelar, calcular e classificar (do ponto de vista de um risco) diferentes cenários de incidentes após o evento iniciador e pode ser utilizada em qualquer estágio do ciclo de vida de um produto ou processo [25].

Sua aplicação pode se dar no campo qualitativo, para auxiliar o *brainstorm* de cenários potenciais e sequências de eventos após um evento iniciador e, também, para estimar como os resultados são afetados por vários tratamentos, barreiras ou controles destinados a atenuar resultados indesejados, ou quantitativo, prestando-se a “considerar a aceitabilidade dos controles”, sendo mais frequente na modelagem de falhas onde existem múltiplas proteções [25].

Possui como ponto forte a facilidade de visualização dos cenários de falhas, representando o tempo, a dependência, a sequência de eventos e os efeitos dominó. Entretanto, tem como limitação a necessidade de todos os eventos iniciadores serem identificados. Além disso, somente os estados de sucesso e falha são tratados e é difícil a incorporação de sucessos atrasados ou eventos de recuperação [25].

A técnica Análise de Árvore de Falhas (*Fault Tree Analysis* - FTA) objetiva “identificar e analisar os fatores que podem contribuir para um evento específico indesejado (chamado “evento de topo”). Fatores causais são identificados por dedução e organizados de uma maneira lógica e representados pictograficamente em um diagrama de árvore que descreve os fatores causais e sua relação lógica com o evento de topo” [25].

Os eventos e fatores podem estar associados a falhas de componentes de equipamentos, erros humanos ou outros eventos que resultem no evento indesejado.

De acordo com [25], uma FTA pode ser utilizada em análises qualitativas (identificação de potenciais causas e caminhos que levam a uma falha – evento de topo) ou quantitativas (cálculo da probabilidade do evento de topo e cálculo das probabilidades dos fatores causais).

Sua utilização traz como vantagem o emprego de uma abordagem sistemática, porém flexível, o que permite a análise de uma variedade de fatores, incluindo interações humanas e fenômenos físicos. Ademais, sua abordagem *top-down* permite o foco nos efeitos da falha, sendo especialmente útil em sistemas com muitas interfaces e interações [25].

Já suas limitações incluem [25]: incertezas nas probabilidades dos eventos de base que são incluídas na probabilidade do evento de topo, o que resulta em incerteza quanto à probabilidade de falha; algumas vezes pode ser difícil assegurar que todos os caminhos importantes para o evento de topo foram identificados e incluídos; trata-se de um modelo estático, sendo que interdependências de tempo não são tratadas; pode lidar apenas com estados binários (falhou/não falhou); geralmente falhas de grau ou qualidade, que muitas vezes caracterizam o erro humano, não podem ser facilmente incluídas e não permite que efeitos dominó ou falhas condicionais sejam facilmente incluídos.

[25] preceitua que a técnica de identificação de riscos Análise de Confiabilidade Humana (ACH) “trata do impacto de pessoas sobre o desempenho do sistema e pode ser utilizada para avaliar as influências de erro humano no sistema”. Sua importância recai no fato de ilustrar os perigos advindos da possibilidade de falhas a partir de erros humanos.

Sua utilização pode se dar tanto qualitativa quanto quantitativamente. Na área qualitativa é empregada para identificar o potencial de erros humano e suas causas, de forma que a probabilidade de erro possa ser reduzida. Já no campo quantitativo é utilizada para fornecer dados sobre falhas humanas [25].

Como ponto forte, a ACH fornece um mecanismo formal para incluir o erro humano na consideração de riscos associados a sistemas, o que pode levar à redução da probabilidade de falha devido a um erro [25].

Segundo [25], sua limitação inclui a complexidade e a variabilidade inerente ao ser humano, o que torna difícil a definição de modos e probabilidades de falha simples. Além

disso, dificilmente trata de falhas parciais ou falhas na qualidade ou na tomada de decisão deficitária.

A Análise de Camadas de Proteção (LOPA) é destinada a estimar os riscos associados a um evento ou cenário indesejado. Ademais, analisa se há medidas suficientes para controlar ou mitigar os riscos. Pode, ainda, auxiliar na alocação eficaz de recursos para redução de riscos [25].

De acordo com [25], “um par de causa e consequência é selecionado e as camadas de proteção que evitam que a causa leve à consequência indesejada são identificadas. Um cálculo da ordem de grandeza é realizado para determinar se a proteção é adequada para reduzir o risco a um nível tolerável”.

Pode ser empregada na realização de verificações qualitativas para analisar criticamente as camadas de proteção entre um perigo ou evento causal e um resultado. Uma análise semiquantitativa objetiva acrescentar mais rigor aos processos de seleção [25].

Possui como qualidades o fato de requerer menos tempo e recursos do que uma análise por meio de árvore de falhas ou processo de avaliação de risco integralmente quantitativo; ajuda a identificar e concentrar recursos nas camadas de proteção mais críticas; identifica operações, sistemas e processos para os quais existem salvaguardas insuficientes e concentra-se nas consequências mais danosas [25].

Suas limitações, segundo [25], são: focaliza um par de causa e consequência e um cenário por vez; interações complexas entre riscos ou entre controles não são cobertas; pode não considerar falhas de modo comum; não se aplica a cenários muito complexos.

A Análise de Causa e Consequência apresenta-se como uma combinação da análise da árvore de falhas e árvore de eventos. “Ela começa a partir de um evento crítico e analisa as consequências por meio de uma combinação de portas lógicas SIM/NÃO que representam condições que podem ocorrer ou falhas de sistemas projetados para atenuar as consequências do evento iniciador. As causas das condições ou falhas são analisadas por meio de árvores de falhas” [25].

Além dos benefícios inerentes às árvores FTA e ETA, a Análise de Causa e Consequência possui como vantagem a possibilidade de analisar eventos que se desenvolvem ao longo do tempo [25].

[25] lista como desvantagem de seu uso o fato de ser mais complexa que as análises de árvore de falhas e de árvore de eventos.

A Análise de Custo Benefício (ACB) pode ser utilizada para decidir entre opções que envolvem risco, sendo que “os custos totais esperados são ponderados contra os benefícios totais esperados a fim de escolher a melhor ou mais rentável opção” [25].

Pode ser empregada tanto qualitativa quanto quantitativamente, além da combinação dos dois elementos. No caso quantitativo, ela “agrega o valor monetário de todos os custos

e todos os benefícios para todas as partes interessadas que estão incluídas no escopo e faz o ajuste para os diferentes períodos de tempo nos quais os custos e benefícios ocorrem. O valor presente líquido (VPL) calculado torna-se uma entrada nas decisões sobre o risco. Um VPL associado a uma ação normalmente significa que a ação deve ocorrer. Entretanto, para alguns riscos negativos, particularmente aqueles riscos que envolvem a vida humana ou danos ao meio ambiente, o princípio do ALARP pode ser aplicado. Isto divide os riscos em três regiões: um nível acima do qual os riscos negativos são intoleráveis e não devem ser aceitos, exceto em circunstâncias extraordinárias; um nível abaixo do qual os riscos são insignificantes e precisam somente ser monitorados para assegurar que eles permanecem baixos, e uma faixa central onde os riscos são mantidos tão baixos quanto razoavelmente praticável (ALARP). Em direção ao menor risco desta região, uma análise rigorosa de custo/benefício pode aplicar-se, porém quando os riscos estiverem próximos ao intolerável, a expectativa do princípio do ALARP é que o tratamento ocorrerá, a menos que os custos de tratamento sejam substancialmente desproporcionais em relação ao benefício obtido” [25].

Constituem pontos fortes da técnica, segundo [25]: permitir que os custos e benefícios sejam comparados usando uma métrica única (monetária); fornecer transparência na tomada de decisões; requerer informações detalhadas a serem coletadas em todos os aspectos possíveis da decisão, o que pode ser valioso para revelar a ignorância, bem como comunicar o conhecimento.

A norma cita como limitações: a análise quantitativa pode gerar números dramaticamente diferentes, dependendo dos métodos utilizados para atribuir valores econômicos a benefícios não econômicos; dificuldade em definir uma taxa de desconto válida para custos e benefícios futuros; benefícios que alcançam uma grande população são difíceis de estimar, particularmente aqueles relativos ao bem público que não é transacionado em mercados; a prática do desconto significa que os benefícios obtidos no futuro a longo prazo têm influência insignificante na decisão, dependendo da taxa de desconto escolhida, assim, o método torna-se inadequado para consideração dos riscos que afetam as gerações futuras, a menos que taxas de desconto muito baixas ou nulas sejam estabelecidas.

Com relação à Análise de Decisão Multicritério, seus conceitos podem ser encontrados na Sessão 2.3 deste trabalho.

A Análise de Impactos no Negócio (BIA - *Business Impact Analysis*), conhecida também por Avaliação de Impacto nos Negócios, conforme explanado pela norma [25], “analisa como os principais riscos de ruptura poderiam afetar as operações da organização, e identifica e quantifica as capacidades que seriam necessárias para gerenciá-los”. Ademais, a técnica BIA provê identificação e criticidade de processos, além de determinar o tempo de recuperação de processos e recursos associados, de modo a assegurar o atendimento con-

tínuo dos objetivos organizacionais e a interdependência e inter-relação entre processos, partes internas e externas e toda cadeia de fornecimento.

São pontos fortes da técnica [25]: compreensão dos processos críticos organizacionais e dos recursos requeridos e oportunidade para redefinir o processo operacional, de forma a incrementar a resiliência da organização.

A norma enumera as desvantagens da utilização da BIA: falta de conhecimento dos participantes; dinâmicas de grupo podem afetar a análise de um processo crítico; possibilidade de expectativas simplistas ou superotimistas dos requisitos de recuperação; dificuldade na obtenção de um nível adequado de compreensão das operações e atividades organizacionais.

A metodologia Análise de Lacunas pode ser empregada para extrair os principais riscos de um projeto ou atividade, contando, normalmente, com a participação da chefia para o preenchimento de um questionário [43].

As técnicas Análise de Modo de Falha, Efeitos e Criticidade (FMECA) e Análise de Modo de Falha e Efeitos (FMEA) foram tratadas anteriormente neste estudo, por meio da Seção 2.1.2.2.

A técnica Avaliação de Risco Ambiental é empregada no processo de avaliação de riscos em vegetais, animais e seres humanos como resultado da exposição a perigos ambientais [25].

É uma ferramenta que fornece “um entendimento muito detalhado da natureza do problema e os fatores que aumentam o risco” [25]. Entretanto, exige a utilização de informações em uma boa quantidade e sem níveis altos de incerteza associados.

Índices de Risco são utilizados para diferentes tipos de riscos, geralmente como dispositivo de pontuação para classificá-los de acordo com o nível de risco, sendo uma “medida semiquantitativa do risco. É uma estimativa derivada utilizando uma abordagem de pontuação mediante escalas ordinais. Os índices de risco podem ser utilizados para avaliar uma série de riscos com o uso de critérios similares, de modo a que possam ser comparados. Pontuações são aplicadas para cada componente de risco” [25].

Já como abordagem qualitativa servem para a classificação e a comparação de riscos.

Seus pontos fortes incluem, segundo [25]: ser uma boa ferramenta para classificar diferentes riscos e permitir que múltiplos fatores que afetem o nível de risco sejam incorporados em uma única pontuação numérica. Já sua limitação é: se o processo e a saída não forem bem validados, os resultados podem não ter um sentido e, em muitas situações onde os índices são utilizados, não existe um modelo fundamental para definir se as escalas individuais para os fatores de risco são lineares, logarítmicas ou com alguma outra forma.

Segundo [25], a Manutenção Centrada em Confiabilidade é uma técnica utilizada para identificar políticas, as quais serão implementadas para gerenciar falhas, de forma a al-

cançar a segurança, disponibilidade e economia de operação requeridas. É amplamente empregada em indústrias.

Uma Matriz de Probabilidade/Consequência apresenta-se como um meio de “combinar classificações qualitativas ou semiquantitativas de consequências e probabilidades, a fim de produzir um nível de risco ou classificação de risco” [25].

Ainda de acordo com a norma, além de classificar os riscos, permitindo que sejam avaliados à luz do apetite ao risco organizacional, a Matriz de Probabilidade/Consequência pode ser empregada na comunicação da compreensão dos riscos à organização. Pode ser utilizada, ainda, para análise de criticidade pela técnica FMECA ou para estabelecer prioridades após o HAZOP [25].

[25] indica como pontos fortes o fato de ser fácil de ser utilizada e a rapidez na classificação dos riscos. Quanto às limitações, estas se relacionam com a dificuldade de se ter um sistema comum a ser aplicado à organização; à dificuldade de se definir escalas de forma não ambígua; à subjetividade da utilização; à não possibilidade de agregação dos riscos e à dificuldade de se combinar ou comparar os níveis de riscos para distintas categorias.

A técnica “E Se”, também conhecida por SWIFT, apresenta-se como uma simplificação da metodologia HAZOP. Trata-se, segundo [25], de um estudo sistemático, baseado em trabalho em equipe, na qual um facilitador utiliza palavras ou frases de comando no padrão do tipo “e se”, com o objetivo de estimular a identificação de riscos pelos participantes.

A norma elenca os pontos fortes identificados na ferramenta:

- Amplamente aplicável a todas as formas de instalações;
- Necessita pouco preparo da equipe;
- Relativamente rápida, permitindo a identificação dos principais riscos e perigos;
- Orientada a sistemas, o que permite que os participantes vejam a resposta do sistema a desvios ao invés de apenas examinar as falhas de componentes;
- Pode ser empregada para identificar oportunidades de melhoria de processos e sistemas;
- Reforça a responsabilidade dos envolvidos;
- Cria um registro de riscos e plano de tratamento de riscos com um pouco mais de esforço;
- Pode ser utilizada por estudos quantitativos.

Da mesma forma, a publicação enumera as limitações da técnica como sendo:

- É necessária a presença de um facilitador experiente;
- Necessidade de uma preparação cuidadosa das oficinas;
- A falta de experiência dos participantes pode levar à não identificação de riscos importantes; e
- A aplicação da técnica de alto nível pode não revelar causas complexas, detalhadas ou correlacionadas.

## 2.3 Análise de Decisão Multicritério (MCDA)

Segundo [47], o aumento significativo de informação verificado nas últimas décadas incrementou a complexidade envolvida no processo decisório, fato que justificou o surgimento de métodos que objetivassem fornecer maior assertividade às tomadas de decisão.

Para [48], “decisão é o processo de análise e escolha entre várias alternativas disponíveis do curso de ação, que a pessoa deverá seguir. Toda decisão envolve necessariamente seis elementos, a saber: tomador de decisão, objetivos, preferências, estratégia, situação e resultado”.

Ainda segundo os autores, “para um indivíduo seguir um curso de ação, deve abandonar outros cursos que se lhe apresentem como alternativas. Há sempre um processo de seleção, isto é, de escolha de alternativas”, sendo que as decisões de ordem estratégica e de planejamento a longo prazo envolvem, normalmente, racionalidade limitada, multicritério, multidecisor e incerteza.

O gestor deve conhecer o impacto de cada decisão sobre o valor da empresa, ainda que subjetivamente, “pois este representa a verdade relativa do instante da decisão” [49].

Nesse sentido, [50] preceituam que a técnica de Análise de Decisão Multicritério (MCDA – acrônimo da língua inglesa para *Multiple Criteria Decision Analysis*) consiste em uma atividade que auxilia o processo de tomada de decisão principalmente em termos de escolha ou classificação das ações.

Conforme [49], os métodos multicritérios agregam um valor significativo na tomada de decisão, uma vez que não somente permitem a abordagem de problemas considerados complexos e, por isso mesmo, não tratáveis pelos procedimentos intuitivo-empírico usuais, mas também conferem clareza e transparência.

Para [51], a Análise de Decisão Multicritério apresenta-se como “uma ferramenta que pode ter grande utilidade nos processos decisórios em políticas públicas, em situação em que as decisões precisam se pautar por critérios técnicos objetivos e transparentes e também por incorporar os juízos de natureza política e subjetiva dos gestores públicos envolvidos”. Ademais, os autores afirmam que o uso e a importância da metodologia “nos

ambientes de decisão na esfera pública decorrem, além da transparência e objetividade que se passa a exigir dos gestores quantos aos critérios de decisão e escolhas, da possibilidade de organizar processos coletivos de tomada de decisão, da incorporação de juízos subjetivos dos atores do processo e, por fim, da possibilidade de construir soluções e definir escolhas em bases negociadas e consensuadas”.

Indo ao encontro a esse entendimento, [52] afirma que métodos multicritério estão sendo empregados com cada vez mais frequência pelas organizações públicas para auxiliar a tomada de decisão, com o objetivo de facilitar intervenções para diferentes problemas. Agências públicas geralmente coletam grandes quantidades de informações, sendo que geralmente não sabem o que fazer com esses dados para “obter *insights* e guiar decisões”, e isso constitui um importante contexto de ação para a MCDA e sua habilidade em estruturar e utilizar informações, muitas vezes complexas, incompletas, não confiáveis ou contraditórias, para facilitar a compreensão e o processo de tomada de decisão [52].

Segundo [21], o método MCDA é aplicável às decisões gerenciais em nível corporativo nos setores públicos e privados, uma vez que existe uma ampla gama de critérios a serem considerados, especialmente quando um consenso é buscado entre grupos díspares de opiniões.

Para [49], a Análise de Decisão Multicritério é favorável para “problemas complexos, onde existam diversos tipos de decisores e cada um com vários pontos de vista que considera fundamentais no processo decisório, possuindo muitas vezes objetivos conflitantes e de difícil mensuração, além de, em muitos casos, utilizar variáveis de ordem qualitativa”.

Para [25], a MCDA busca utilizar critérios para avaliar de forma objetiva e transparente o valor global de um conjunto de opções, ou seja, trata-se de um método de auxílio ao processo de decisão por múltiplos critérios, tendo por objetivo principal produzir uma ordem de preferência entre as opções disponíveis.

[50] afirmam que, muito embora existam diversos métodos, abordagens e técnicas MCDA, os elementos básicos constituintes são bastante simples: um conjunto finito ou infinito de ações (alternativas, soluções, cursos de ações *etc*), ao menos dois critérios e pelo menos um tomador de decisão. É sustentado, ainda, que uma decisão é intrinsecamente relacionada a uma pluralidade de pontos de vista, o que pode ser definido como critérios. A importância de cada critério é definida pelo gestor [51].

Para [21], critério pode ser considerado como um padrão pelo qual uma escolha poderia ser considerada mais desejável do que outra. Uma vez que existam vários desses padrões, e esses sejam conflitantes, surge um problema MCDA.

Conforme explanado por [4], um critério pode ser entendido como aquele que serve como base para um julgamento. Para [53], “critério é uma função de valor real sobre um conjunto “*A*” de alternativas tal que permita comparar duas alternativas *a* e *b*, de acordo

com um ponto de vista particular sobre uma base única entre dois números  $g(a)$  e  $g(b)$ ”.

A MCDA pode ser utilizada em situações onde considera-se mais de um critério, como, por exemplo, custo, qualidade, atendimento *etc.* O emprego da metodologia pode, ainda, almejar comparar múltiplas opções para determinar opções preferenciais e potenciais e as inapropriadas; comparar opções onde existam critérios múltiplos e/ou conflitantes e alcançar um consenso sobre uma decisão onde diferentes partes interessadas têm objetivos ou valores conflitantes [54].

[51] preceituam que o primeiro passo para a construção de uma análise MCDA é a “definição clara e objetiva da situação-problema a ser resolvida”, tratando-se de uma etapa qualitativa, “para a qual diferentes técnicas de envolvimento de participantes, como discussão em grupos, painel Delphi, busca bibliográfica de estudos anteriores, podem trazer contribuições para se chegar a definições básicas acerca do problema a tratar, das diferentes alternativas de solução, dos diferentes critérios de julgamento, de outros agentes de decisão que devem participar do processo *etc.*”.

[4] define o conceito de problemática como sendo a concepção do analista acerca do problema a ser resolvido, levando em consideração perguntas como: que tipo de resultado é esperado? A investigação tomará qual direção? Deverá analisar apenas um conjunto de potenciais alternativas e suas consequências, ou tentar desenvolver uma metodologia que possa ser utilizada repetidamente, ou mesmo automatizada?

Para auxiliar na obtenção de respostas às questões anteriores, o autor propõe quatro problemáticas:

- Escolha (P. $\alpha$ ). Auxilia a escolher a “melhor” alternativa ou desenvolver um procedimento de seleção, isto é, objetiva encontrar um subconjunto  $A'$  de um conjunto de alternativas  $A$ , o menor possível, que auxilie o tomador de decisão sobre o resultado do próximo ponto crítico da análise. Essa problemática resulta na indicação da decisão a ser tomada ou propõe uma metodologia baseada na seleção automatizada a ser utilizada repetidamente para identificação das melhores alternativas [4].

[55] resumem a problemática como sendo: “dado um conjunto de alternativas  $A$ , a problemática de escolha, ou seleção (P. $\alpha$ ), consiste na escolha de um subconjunto  $A' \subset A$ , tão pequeno quanto possível, composto de alternativas julgadas como as mais satisfatórias. Problemas de otimização são casos particulares da problemática de escolha, onde  $A'$  fica restrito a uma única alternativa”;

- Classificação (P. $\beta$ ). Auxilia a classificar de acordo com normas ou construir um procedimento de atribuição. Apresenta o problema em termo de alocação de alternativas em categorias que são baseadas em normas relacionadas ao valor intrínseco das alternativas. Essa problemática defende aceitar ou rejeitar certas alternativas,

construir recomendações mais complexas (dependendo das categorias) ou propor a adoção de uma metodologia baseada na designação automatizada a ser empregada repetidamente para atribuir alternativas às categorias. Nessa problemática tenta-se estabelecer características como “certamente bom”, “certamente verdadeiro”, “provavelmente satisfatório”, “definitivamente ruim”, “definitivamente falso”. Em geral, a questão é caracterizar as condições de associação para as diversas categorias (por exemplo, alternativas a serem aceitas, rejeitadas ou deixadas de lado até que informações adicionais possam ser obtidas). Para serem úteis ao tomador de decisão, cada categoria deve ser definida como uma função do tratamento que será dado às alternativas. Uma categoria pode ser desenvolvida para aceitar aquelas alternativas que parecem não se enquadrar em nenhuma outra categoria [4].

“A problemática de classificação (P. $\beta$ ) consiste em formular o problema de decisão de tal forma que distribua cada alternativa de  $A$  para uma categoria predefinida. A distribuição de uma alternativa  $a$  para sua categoria apropriada é devida ao valor real intrínseco de  $a$  (e não da comparação de  $a$  com outras alternativas de  $A$ )” [55];

- Ordenação (P. $\gamma$ ). Auxilia a ordenar alternativas em ordem decrescente de preferência ou desenvolver um procedimento de ordenação. O problema é apresentado em termos da classificação das alternativas de  $A$  (ou de algumas dessas alternativas), ou seja, determina uma ordem definida em um subconjunto de  $A$ , de modo a identificar as alternativas que poderiam ser consideradas como “suficientemente satisfatórias”, baseado em um modelo de preferência. Essa problemática sugere uma ordem parcial ou completa formada pelas classes contendo alternativas consideradas equivalentes ou propõe a adoção de uma metodologia automatizada baseada em um procedimento de ordenação que pode ser utilizado repetidamente [4].

Para [55], “a problemática de ordenação (P. $\gamma$ ) consiste em estabelecer uma ordem de preferência (que pode ser parcial ou completa) no conjunto de alternativas  $A$ ”;

- Descrição (P. $\delta$ ). Auxilia a descrever alternativas e suas consequências de uma maneira formal e sistemática ou a desenvolver um procedimento cognitivo. Busca tornar explícita a informação relacionada a alternativas potenciais, de modo a auxiliar o tomador de decisão a descobrir, entender ou avaliar as alternativas. Descreve as alternativas e suas consequências em termos qualitativos e quantitativos ou propõe uma metodologia baseada em um procedimento cognitivo automatizado que pode ser utilizado repetidamente [4].

“A problemática de descrição (P. $\delta$ ) descreve ações formal e sistematicamente, com suas consequências em termos de qualidade e quantidade” [55].

[56] afirma em seu trabalho que “a análise de multiatributos não apresenta uma solução ótima para um dado problema, mas a mais coerente com a escala de valores e com o método utilizados. Trata-se de uma tentativa de racionalização de atributos muitas vezes subjetivos, o que não significa que somente este tipo é abordado. Dessa forma, em uma análise de multiatributos, o decisor terá que escolher o método de análise (ou ponderação), os atributos pertinentes e sua escala de valores”.

[54] explana que métodos MCDA empregam, como ferramenta principal, uma matriz de decisão. A análise envolve a construção de uma matriz de opções e critérios que são classificados e agregados para fornecer uma pontuação global para cada opção [25]. Na matriz apresentada por meio da Figura 2.5 ocorre a análise de três alternativas de acordo com cinco critérios distintos, onde  $a_{ij}$  representa o desempenho das alternativas  $i$  segundo os critérios  $j$ .

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5
Alternativa 1	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$
Alternativa 2	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$	$a_{25}$
Alternativa 3	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	$a_{35}$

Figura 2.5: Exemplo de matriz de decisão (Fonte: [54]).

De acordo com [25], são pontos fortes da MCDA: fornecer uma estrutura simplificada para a tomada de decisão e apresentação de premissas e conclusões; tornar mais gerenciáveis os problemas complexos, que não são passíveis de análise de custo/benefício; auxiliar a considerar racionalmente os problemas onde concessões (*trade offs*) precisam ser efetuadas; auxiliar a atingir um acordo quando as partes interessadas têm objetivos e critérios diferentes.

Constituem pontos fracos listados pela norma: pode ser afetada por viés e má seleção dos critérios; a maioria dos problemas não têm uma solução conclusiva ou única; algoritmos de agregação que calculam os critérios de ponderação a partir de preferências estabelecidas ou agregam diferentes pontos de vista podem obscurecer a verdadeira base da decisão.

São exemplos de métodos MCDA: *Analytic Hierachy Process* (AHP), *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP), *Fuzzy Decision Approach* (FDA), *Analytic Network Process* (ANP), *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH), *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), *Prefe-*

rence Ranking Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) e família *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE).

Para [51], a escolha do método a ser utilizado dependerá do tipo de problema a ser analisado, do contexto em estudo, dos agentes decisores envolvidos, dos procedimentos de comparação das alternativas e do tipo de respostas a que se quer chegar.

### 2.3.1 Modelos de Sobreclassificação

De modo a prover o suporte ao tomador de decisão em sua busca por uma solução para seu problema multicritério, se faz necessário representar as suas preferências e seus julgamentos por meio de um modelo [21].

[57], afirma que “a modelagem de preferência tem como propósito estudar a relação de preferência ou desejabilidade do decisor diante de duas ações potenciais”.

[58], as preferências desempenham um papel fundamental tanto em níveis individuais como coletivos. Assim, a modelagem de preferências é um importante passo no auxílio à decisão, à economia, à sociologia, à psicologia, à pesquisa operacional *etc.*

Um dos modelos utilizados para representar preferências é a sobreclassificação. Métodos de sobreclassificação, segundo [55], se baseiam em uma relação que incorpora “as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis”.

Segundo [59], a abordagem de sobreclassificação consiste, primeiramente, em construir, a partir de um conjunto de ações – ou alternativas, uma relação (chamada de relação de classificação) para representar as preferências do tomador de decisão. O segundo passo é a exploração dessa relação de forma a auxiliar o decisor em seu problema de escolha, classificação ou ordenação.

A modelagem da preferência, segundo [57], é realizada por meio de relações binárias de comparação entre as alternativas.

Uma das bases para formalização de um problema de auxílio à decisão, de acordo com os ensinamentos de [60], é o emprego de uma função de valor real  $g$  definida em um conjunto  $A$  de alternativas, ou ações, de modo a refletir as preferências do tomador de decisão. As preferências do decisor devem ser corretamente levadas em consideração por meio de um critério  $g$ . A comparação entre duas alternativas  $a$  e  $a'$  é feita simplesmente na base da comparação entre os números  $g(a)$  e  $g(a')$ : o decisor prefere  $a'$  sobre  $a$  se  $g(a') > g(a)$ ; o decisor é indiferente entre  $a'$  e  $a$  se  $g(a') = g(a)$ .

Para [4], existem quatro situações básicas de comparabilidade, as quais são úteis para estabelecer uma representação realística e modelar as preferências do decisor:

- Indiferença (I). Há apenas uma possibilidade:  $a$  e  $a'$  possuem valores iguais. Corresponde à existência de razões claras que justificam a equivalência entre duas alternativas. No mesmo sentido, [21] explanam que a indiferença ocorre apenas quando duas alternativas se comportam de maneira idêntica para um dado critério;
- Preferência estrita (P). Existem duas possibilidades:  $a$  é estritamente preferível a  $a'$ , ou  $a'$  é estritamente preferível a  $a$ . Corresponde à existência de razões claras que justificam uma preferência significativa em favor de uma das duas alternativas;
- Preferência fraca (Q). Ocorrem duas possibilidades:  $a$  é fracamente preferível a  $a'$ , ou  $a'$  é fracamente preferível a  $a$ . Corresponde à existência de razões claras que invalidam a preferência estrita em favor de uma entre duas alternativas, mas são insuficientes para deduzir tanto a preferência estrita em favor de outra alternativa ou a indiferença entre duas alternativas. A relação Q representa uma hesitação entre indiferença e preferência e não uma intensidade de preferência [58]. Ou ainda, para [61],  $a'Qa$  se há hesitação entre  $a'Ia$  e  $a'Pa$ ; e
- Incomparabilidade (R). Há apenas uma possibilidade:  $a$  e  $a'$  são incomparáveis. Corresponde à ausência de razões claras que justificam qualquer uma das três relações precedentes. Para [58], a incomparabilidade aparece quando o tomador de decisão não quer ou não pode (por falta de informação) comparar duas ações. A incomparabilidade pode ser entendida, ainda, como  $a'Ra$  se a hesitação ocorre, pelo menos, entre  $a'Pa$  e  $aPa'$  [61].

Para [4], algumas abordagens requerem que as relações I e P sejam transitivas. Para [21], a transitividade ocorre quando, para qualquer três alternativas ( $a, b$  e  $c$ ), se  $a$  é preferível a  $b$  ( $a \succ b$ ) e  $b$  é preferível a  $c$  ( $b \succ c$ ), então  $a$  é preferível a  $c$  ( $a \succ c$ ).

Ainda segundo [4], a teoria clássica de decisão é baseada nas relações de não-preferência ( $a \sim b$ ) e preferência ( $a \succ b$ ), e, sendo que não considera explicitamente a incomparabilidade (R) e a preferência fraca (Q), associa a primeira à indiferença e a segunda relação à preferência estrita. Segundo essa teoria, apenas as duas relações são suficientes para representar realisticamente as preferências do decisor. Ambas relações, não-preferência e preferência, são, de acordo com [4], transitivas.

A Tabela 2.3 demonstra a consolidação das relações para modelagem de preferências relativas a duas potenciais ações, ampliando as quatro relações básicas de preferência apresentadas para cinco situações, o que convencionou-se chamar de relações consolidadas de preferência [4].

Para se levar em consideração a incerteza e a imprecisão, distribuições probabilísticas podem ser utilizadas. Além disso, ou ao invés disso, pode-se considerar diferentes tipos de limiares [60].

Tabela 2.3: Relações consolidadas de preferência (Fonte: [4]).

Situação	Definição	Relação binária (propriedades)
Não-preferência	Corresponde à ausência de razões claras que justifiquem uma preferência estrita ou fraca a favor de qualquer das ações e, portanto, consolida situações de indiferença e incomparabilidade sem ser possível diferenciá-las.	$\sim : a \sim a' \Leftrightarrow aIa' \text{ ou } aRa'$
Preferência	Corresponde à existência de razões claras que justifiquem uma preferência estrita ou fraca a favor de uma das duas ações e, portanto, consolida situações de preferência estrita e fraca sem ser possível diferenciá-las.	$\succ : a \succ a' \Leftrightarrow aPa' \text{ ou } aQa'$
Preferência-J	Corresponde à existência de razões claras que justifiquem uma preferência fraca, não importando quão fraca, em favor de uma das duas ações ou, no limite, indiferença entre as duas ações, mas sem divisão significativa estabelecida entre as situações de preferência estrita e incomparabilidade.	$J : aJa' \Rightarrow aQa' \text{ ou } aIa'$
Preferência-K	Corresponde à existência de razões claras que justifiquem a preferência estrita em favor de uma das duas ações ou a incomparabilidade entre as duas ações, mas sem divisão significativa entre as situações de preferência estrita e incomparabilidade.	$K : aKa' \Rightarrow aPa' \text{ ou } aRa'$
Sobreclassificação	Corresponde à existência de razões claras que justifiquem tanto a preferência ou a preferência-J em favor de uma das duas ações, mas sem divisão entre as situações de preferência estrita, preferência fraca e indiferença.	$S : aSa' \Rightarrow aPa' \text{ ou } aQa' \text{ ou } aIa'$

Segundo [60], na comparação baseada em  $n$  critérios (ou pseudo-critérios), o critério  $g_k$  é introduzido para refletir as preferências de um ou mais atores. Para o autor, um pseudo-critério  $g_k$  é um critério para o qual um ou dois limiares  $q_k$  (indiferença) e  $p_k$  (preferência) foram atribuídos. O objetivo é trabalhar com um modelo de preferência parcial menos rígido ligado ao ponto de vista representado por  $g_k$ . Quando a diferença positiva  $g_k(a') - g_k(a)$  é suficientemente pequena (mais precisamente  $\leq q_k$ ), então  $a'$  e  $a$  são considerados indiferentes. Para se ter uma preferência estrita, é necessário que a diferença positiva  $g_k(a') - g_k(a)$  seja suficientemente grande (mais precisamente  $> p_k$ ). A situação  $q_k < g_k(a') - g_k(a) \leq p_k$  pode ser interpretada como uma hesitação entre indiferença e preferência estrita, levando à preferência fraca. O conceito de preferência fraca permite perceber a ambiguidade inerente à presença da imprecisão e indecisão.

Corroborando o explanado anteriormente, a experiência tem mostrado que, normalmente, não há um valor preciso para o limite entre indiferença e preferência, mas sim uma região intermediária onde os tomadores de decisão hesitam entre indiferença e preferência ou dão respostas distintas, dependendo da forma como são questionados. Essa observação leva à introdução de um modelo de preferência com dois limiares distintos: um limiar de indiferença sob o qual há a certeza da indiferença e um limiar de preferência sob o qual há a certeza da preferência [58], vide Equação 2.6.

$$\begin{aligned}
 aPb & \text{ se } g(a) > g(b) + p(g(b)), \\
 aQb & \text{ se } g(b) + p(g(b)) \geq g(a) > g(b) + q(g(b)), \\
 aIb & \text{ se } g(b) + q(g(b)) \geq g(a), \\
 & g(a) + q(g(a)) \geq g(b).
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

Para [55], um pseudocritério define as preferências por cada critério, no qual os limiares de preferência e indiferença se apresentam como informações intracritérios. Os autores reiteram o explanado por [60], ao afirmarem que a estrutura de preferência com pseudo-critérios – modelo com duplo limiar, evita uma passagem repentina entre a indiferença e a preferência estrita, existindo uma zona de hesitação, representada pela preferência fraca.

[57] afirma que um limiar de preferência, representado por  $p(g(a))$ , é definido como o limite inferior ( $p$ ) da diferença de  $g(b) - g(a)$ , sendo possível, em algumas situações, que o limiar seja constante, entretanto tal situação não é suficiente para optar por uma preferência estrita de  $b$  sobre  $a$ . Quanto ao limiar de indiferença, a autora preceitua que “corresponde ao limite superior ( $q$ ) para a função  $g(b) - g(a)$ , tal que qualquer valor dessa diferença inferior ao limite em foco não seja suficiente para garantir preferência estrita de  $b$  sobre  $a$ , ou mesmo preferência fraca, podendo em algumas situações ser constante”.

Para [61] e [4], uma relação de sobreclassificação  $S$  é uma relação binária diante da qual diz-se que  $a$  sobreclassifica  $b$  ( $aSb$ ) se  $a$  é pelo menos tão boa quanto  $b$ .

Para [21], modelos de sobreclassificação são aplicados a funções parciais de preferência  $z_i(a)$ , que foram definidas para cada critério. Para cada duas alternativas  $a$  e  $b$ ,  $z_i(a) \geq z_i(b)$  para todo critério  $i$  (com estrita desigualdade  $z_i(a) > z_i(b)$  para pelo menos um critério), pode-se concluir que  $a$  deve ser preferível a  $b$  (pressupondo que o conjunto de critérios é suficientemente completo). Assim, a alternativa  $a$  é tão boa ou melhor que a alternativa  $b$ , sendo dito que  $a$  domina  $b$ . De forma geral, pode-se dizer que  $a$  sobreclassifica  $b$  se há suficiente evidência de que  $a$  é, no mínimo, tão boa quanto  $b$ , levando-se em consideração todos os critérios.

[58] afirma que uma estrutura de preferência pode ser caracterizada por uma relação  $S$ , tal que:  $aSb$  se  $aPb$  ou  $aIb$  ( $S = P \cup I$ ). Tem-se, portanto, a Equação 2.7.

$$\begin{aligned}
 aPb &\text{ se } aSb \text{ e } bSa \\
 aIb &\text{ se } aSb \text{ e } bSa \\
 aRb &\text{ se } aSb \text{ e } bSa
 \end{aligned}
 \tag{2.7}$$

Os métodos da família ELECTRE são exemplos de modelo de sobreclassificação.

Este trabalho empregou o método de sobreclassificação ELECTRE TRI para classificação dos contratos de concessão florestal à luz de seus riscos. Desta forma, discorrer-se-á sobre o assunto no próximo item. A escolha do ELECTRE TRI se deu motivada pelo fato de ser um método de classificação (P, $\beta$ ), o qual permite a alocação das alternativas em categorias predefinidas.

### 2.3.2 ELECTRE TRI

ELECTRE constitui um acrograma para *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* – Eliminação e Escolha como Expressão da Realidade. Trata-se de uma família de métodos de auxílio multicritério à tomada de decisão, desenvolvidos inicialmente em 1968 por Bernard Roy [62].

Para [63], a distinção primordial entre os métodos ELECTRE e outros métodos de solução é que ele é um método não compensatório, o que significa que bons resultados alcançados em alguns critérios não podem compensar um ou mais resultados não satisfatórios em outros. Ademais, permitem a incomparabilidade, que ocorre entre algumas alternativas  $a$  e  $b$ , quando não há evidências claras a favor de algum tipo de preferência ou indiferença.

Ainda segundo os autores, os métodos ELECTRE foram evoluindo ao longo dos anos, de forma a atender às diferentes demandas por soluções de problemas multicritérios. Assim, surgiram as versões ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS e ELECTRE TRI. Todas as versões citadas do método ELECTRE baseiam-

se nos mesmos conceitos fundamentais, porém diferindo entre si em termos operacionais e quanto ao tipo de problema a ser resolvido.

[55] argumentam que o método ELECTRE TRI é composto por:

- Perfis definidos por seus avaliadores:  $g_j(b_h)$ , em que  $g_j$  representa os critérios e  $b_h$  representa os perfis dos critérios;
- Conjunto de pesos  $(k_1, k_2, \dots, k_m)$ ;
- Limiares de veto:  $v_j(b_h)$ , para cada critério e perfil;
- Nível de corte  $\lambda \in [0, 5, 1]$ , para validar a afirmação  $aSb_h$ ; e
- Um procedimento de seleção de atribuição pessimista ou otimista.

[64] categoriza o ELECTRE TRI como um método de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor, classificando as diversas alternativas para a solução de um problema por meio da comparação de cada alternativa potencial com uma referência estável (padrão/alternativa de referência).

Para [55] e [57], o ELECTRE TRI é um método multicritério de classificação (P. $\beta$ ), isto é, um método que aloca cada alternativa de um conjunto  $A$  em categorias predefinidas, através da comparação entre alternativas de acordo com determinada norma, referência ou padrão definido pelo decisor.

Para que uma alternativa  $a$  seja destinada a uma categoria específica, essa deve ser comparada com os limites de cada categoria [65].

Nesse sentido, [66] preceituam que o método ELECTRE TRI caracteriza-se por tratar de problemas específicos de classificação ordenada, ou seja, dado um conjunto  $A = [a_1, a_2, \dots, a_n]$  de alternativas, o ELECTRE TRI associa-as a um conjunto de  $k$ -classes ordenadas  $C = [C_1, C_2, \dots, C_n]$ , também conhecidas como categorias. A Figura 2.6 ilustra um conjunto formado por  $h + 1$  classes, delimitadas por  $h$  limites de classes, considerando um conjunto de critérios  $F = [g_1, g_2, \dots, g_n]$ . Uma classe genérica  $C_h$  é delimitada por um limite inferior  $b_h$  e um limite superior  $b_h - 1$ .

Segundo [53], “sendo conhecidas as alternativas de referência – ou perfis  $(b_1, b_2, \dots, b_p)$  e os critérios  $(j_1, j_2, \dots, j_n)$ , definem-se  $(p + 1)$  categorias  $(C_1, C_2, \dots, C_n)$ . Para um dado critério  $j$ , a alternativa  $a$  será localizada em uma determinada categoria, em função de sua avaliação  $g_i(a)$ ”. Ou ainda, dado os conjuntos de critérios e perfis, ou alternativas, “define-se  $(p + 1)$  categorias, em que  $b_h$  representa o limite superior da categoria  $C_h$  e o limite inferior da categoria  $C_h + 1$ ” [55].

Para [57], o ELECTRE TRI faz uso de pesos como medida de importância para cada critério, segundo o ponto de vista do tomador de decisão, sendo a classificação estabelecida

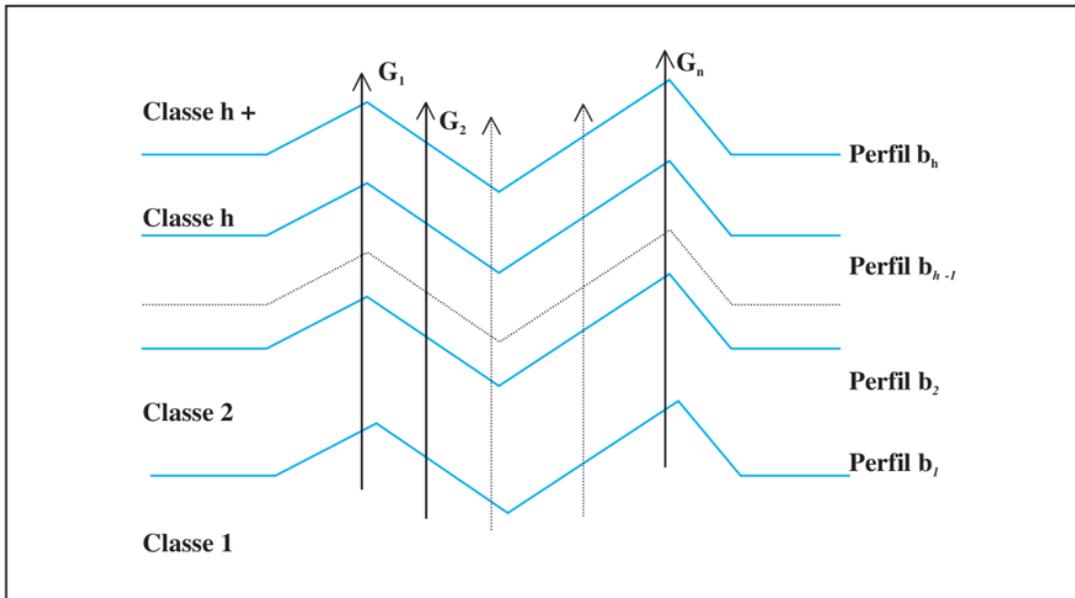


Figura 2.6: Classes de referência (Fonte: [66]).

por meio de duas fases: a primeira busca construir uma relação de sobreclassificação para decidir se a alternativa supera o perfil determinado pelo decisor, enquanto a segunda fase explora a relação de sobreclassificação para se obter a classificação almejada.

O método torna possível comparar uma alternativa  $a$  com um limite padrão  $b_h$ , através da construção de uma relação de sobreclassificação  $S$ . A afirmação  $aSb_h$  significa que “ $a$  não tem um desempenho pior do que o limite  $b_h$ ”. Na validação da afirmação  $aSb_h$ , duas condições devem ser verificadas: concordância e discordância [66]:

- **Concordância.** Para que  $aSb_h$  (ou  $b_hSa$ ) seja aceita, uma maioria suficiente de critérios deve ser a favor desta afirmação [66]. No mesmo sentido discorre [55] ao afirmarem que “para uma sobreclassificação  $aSb_h$  ser aceita, a maioria dos critérios deve estar a favor da afirmação  $aSb_h$ ”. A concordância mensura a vantagem de uma alternativa sobre as demais [57]; e
- **Não-discordância.** “Quando na condição de concordância esperada, nenhum dos critérios na minoria deve se opor à afirmação  $aSb_h$  (ou  $b_hSa$ )” [66]. Para [55], a não-discordância ocorre “quando a condição de concordância não for atendida, nenhum dos critérios deve opor-se à afirmação  $aSb_h$ ”. [57] entende que a não-discordância “serve para medir a desvantagem da alternativa em relação às demais”.

Os índices de concordância parcial  $c_j(a, b)$ , concordância  $c(a, b)$  e discordância parcial  $d_j(a, b)$  são apresentados no trabalho de [55] e representados pela Equação 2.8, Equação 2.9 e Equação 2.10, respectivamente.

$$c_j(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)} & \text{n.c} \end{cases} \quad (2.8)$$

$$c(a, b) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} k_j} \quad (2.9)$$

$$d_j(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) > v_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) + g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)} & \text{n.c} \end{cases} \quad (2.10)$$

Para [55], “o ELECTRE TRI constrói um índice  $\sigma(a, b_h) \in [0, 1]$  ( $\sigma(b_h, a)$ , resp.) que representa o grau de credibilidade da afirmação que  $a S b_h, \forall a \in A, \forall h \in B$  (Equação 2.11). A afirmação  $a S b_h$  é considerada válida se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ .  $\lambda$  inicia um nível de corte tal que  $\lambda \in [0, 5, 1]$ ”.

[53], enfatizam que o índice de credibilidade  $\sigma(b_h, a)$  permite avaliar como a alternativa  $b_h$  supera a alternativa  $a$ . Ainda segundo tal estudo,  $\sigma(b_h a) \in [0, 1]$  e a afirmação  $a S b_h$  é dita válida se  $\sigma(b_h a) \geq \lambda$ , em que  $\lambda$  é o nível de corte situado no intervalo entre 0,5 e 1. O índice de credibilidade é calculado em função da concordância e da discordância entre pares de alternativas, conforme pode ser vislumbrado através da Equação 2.11.

Nesse sentido, [66] ensinam que “o grau de credibilidade da relação de subordinação  $\sigma(a, b_h)$  expressa com que intensidade se pode “acreditar” que “ $a$  subordina  $b_h$ ” de acordo com o índice de concordância global  $c_j(a, b_h)$  e com o índice de discordância  $d_j(a, b_h)$ ”.

$$\sigma(a, b_h) = C(a, b_h) \prod_{j \in \bar{F}} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)}, \text{ onde } \bar{F} = \{j \in F : d_j(a, b_h) > C(a, b_h)\} \quad (2.11)$$

O nível de corte, segundo [66], pode ser considerado como o menor valor do índice de credibilidade compatível com a afirmação de que “ $a$  subordina  $b_h$ ”, isto é, se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  então  $a S b_h$ .

Segundo [55], os valores de  $\sigma(a, b_h)$ ,  $\sigma(b_h, a)$  e  $\lambda$  determinam as situações de preferências entre  $a$  e  $b_h$ , de tal forma que:

- $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) \geq \lambda \rightarrow aSb_h$  e  $b_hSa \rightarrow a$  é indiferente a  $b_h$ ;
- $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) < \lambda \rightarrow aSb_h$  e não  $b_hSa \rightarrow a$  é preferível a  $b_h$ ;
- $\sigma(a, b_h) < \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) \geq \lambda \rightarrow$  não  $aSb_h$  e  $b_hSa \rightarrow b_h$  é preferível a  $a$ ;
- $\sigma(a, b_h) < \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) < \lambda \rightarrow$  não  $aSb_h$  e não  $b_hSa \rightarrow a$  é incomparável a  $b_h$ .

Para [61], um limiar de veto  $v_j(\geq p_j)$  intervém na definição do grau de discordância para o critério  $g_j$ . Já [55] enfatizam que “na construção de  $S$  é utilizado um conjunto de limiares de veto  $(v_1(b_h), (v_2(b_h), \dots, (v_m(b_h)))$ , usado no teste de discordância.  $v_j(b_h)$ , que representa a menor diferença  $g_j(b_h) - g_j(a)$ , incompatível com a afirmação  $aSb_h$ ”.

De acordo com [21], um limiar de veto é definido para cada critério, de forma que  $a$  não pode sobreclassificar  $b$  se o desempenho da alternativa  $b$  exceder o desempenho da alternativa  $a$  no critério por um valor maior ou igual ao limiar de veto estabelecido.

Para [53], a classificação das alternativas é realizada mediante um procedimento pessimista ou otimista. [66], denominam, respectivamente, de classificação descendente e ascendente, descrevendo-as como:

- Procedimento pessimista (ou descendente): (i) comparar  $a$  sucessivamente com  $b_i$ , para  $i = p, p - 1, \dots$ ; (ii) encontrar um  $b_h$  que seja o primeiro limite tal que  $aSb_h$ ; e (iii) classificar  $a$  na classe  $C_{h+1}$ , ou seja, na classe limitada inferiormente pelo limite  $b_h$ ;
- Procedimento otimista (ou ascendente): (i) comparar  $a$  sucessivamente com  $b_i$ , para  $i = 1, 2, \dots, p$ ; (ii) encontrar o primeiro  $b_h$  para o qual  $b_h > a$ ; (iii) classificar  $a$  na classe limitada superiormente por esse limite, ou seja, classificar  $a$  na classe  $C_h$ .

[66] chamam a atenção para o fato de que uma alternativa pode ser classificada em diferentes classes, a depender do tipo de procedimento de classificação empregado. Tal fato ocorre em virtude de que o procedimento pessimista tende a classificar as alternativas nas categorias mais baixas, enquanto que o otimista tende a classificá-las nas categorias mais elevadas. Nesse caso, a escolha da classificação dependerá do perfil do classificador (mais exigente ou menos).

Para [67], a divergência entre a classificação de alternativas deve ser considerada comum, inerente ao problema, e não uma falha de modelagem, no caso em que haja critérios conflitantes (por exemplo, custo e qualidade).

[66] enumeram os passos a serem seguidos na obtenção da relação  $S$ :

- Cômputo do índice de concordância parcial  $c_j(a, b_h)$  e  $c_j(b_h, a)$ ;
- Cômputo do índice de concordância geral  $c(a, b_h)$ ;
- Cômputo do índice de discordância parcial  $d_j(a, b_h)$  e  $d_j(b_h, a)$ ;
- Cômputo da relação de sobreclassificação, conforme o índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$ ; e
- Determinação de um nível de corte  $\lambda$ , de modo a obter a relação de sobreclassificação, isto é, se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  então  $aSb_h$ .

A seguir são apresentados, brevemente, outros três métodos MCDA (AHP, FAHP e PROMETHEE).

### 2.3.3 *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

Segundo [68], a metodologia AHP objetiva selecionar a opção ótima para um dado problema, consistindo em um conjunto de critérios e alternativas e em uma matriz de decisão.

Para [69] três princípios regem a solução de um problema através do emprego do método AHP: decomposição, julgamento comparativo e sistematização das prioridades.

O autor explana que, de forma geral, um modelo hierárquico de um problema desce de um objetivo geral (foco), subdividindo-se em critérios, depois em subcritérios, e, finalmente, em alternativas, a partir das quais as escolhas serão realizadas. Portanto, os elementos de cada nível da hierarquia podem ser considerados uma restrição, refinamento ou decomposição do elemento imediatamente acima. Ademais, os elementos de um nível são independentes dos elementos dos próximos níveis.

A comparação de julgamentos realizada em pares de elementos é fundamental na AHP, o que resultará em uma matriz de comparações [69]. Para uma matriz de julgamento de ordem  $n$ , a quantidade de elementos a serem comparados será  $\frac{n(n-1)}{2}$ . Além disso, se uma comparação receber um valor  $x$ , sua comparação entre os mesmos elementos de maneira inversa, será  $\frac{1}{x}$ . Tal relação se apresenta como um dos pilares primordiais da metodologia AHP.

Os julgamentos serão representados por números derivados de uma escala fundamental, de forma a tornar possível as comparações. [5] apresenta, em seu trabalho, uma escala de números absolutos para comparações, a qual é apresentada por meio da Tabela 2.4.

Uma vez obtida a matriz de comparações de um nível  $n$ , o próximo passo consiste em derivar a escala de prioridades (ou pesos). Tal escala é alcançada ao se calcular o vetor principal da matriz e, depois, ao se normalizar o resultado, o que é conhecido como escala derivada local (prioridade local). A segunda tarefa é denominada escala derivada global

Tabela 2.4: Escala fundamental de números absolutos (Fonte: [5]).

<b>Intensidade da Importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Mesma importância	Dois atividades contribuem igualmente para o objetivo.
2	Importância fraca	
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade sobre a outra.
4	Importância mais moderada	
5	Forte importância	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre a outra.
6	Importância mais forte	
7	Importância muito forte ou demonstrada	Uma atividade é favorecida muito fortemente sobre outra; sua dominância é demonstrada na prática.
8	Importância muito, muito forte	
9	Importância extrema	A evidência que favorece uma atividade sobre outra é da mais alta ordem possível de afirmação.
Recíprocos Anteriores	Se a atividade $i$ possui um dos números não-zero acima associado a ele quando comparado com a atividade $j$ , então $j$ possui o valor recíproco quando comparado com $i$	
1.1 - 1.9	Se as atividades são muito próximas	Pode ser difícil atribuir o melhor valor, mas quando comparado com outras atividades contrastantes o tamanho dos números pequenos não seria muito perceptível, mas ainda podem indicar a importância relativa das atividades.

(prioridade global), na qual se atribui pesos pela prioridade do seu critério pai, sendo que para os elementos do segundo nível será sempre uma unidade, ou seja, o peso do objetivo [69].

Segundo [70], o método AHP não é bem conceituado devido às inconsistências que ele apresenta, embora seja muito utilizado.

### 2.3.4 *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)*

O método *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) estende a AHP ao incorporar conceitos da metodologia *fuzzy*. Segundo [2], a utilização do FAHP permite que as imprecisões existentes possam ser consideradas no processo de tomada de decisão, uma vez que são utilizados parâmetros derivados da linguística, e não determinísticos, na atribuição de valores às comparações, por meio da presença de uma função de pertinência *fuzzy*. [3] corroboram o entendimento ao afirmarem que os problemas do mundo real são geralmente entremeados por imprecisões e ambiguidades, essas motivadas por condições sem precedentes, fatores humanos, informações incompletas *etc.* Dessa forma, os conjuntos *fuzzy* podem ser empregados para se modelar tais tipos de incertezas, através da extensão do método AHP.

Outra peculiaridade do método FAHP em comparação com a metodologia AHP é que, naquele, a cada etapa de decisão é adicionada uma medida de imprecisão, a qual é representada pelo grau de fuzzificação ( $\delta$ ), que será atribuído a todos os pares de comparação do processo decisório, permitindo, destarte, a incorporação das incertezas e ambiguidades que possam permear o julgamento [2].

[2] apresentam em seu trabalho a estruturação do método FAHP, a qual será descrita em seguida.

O primeiro passo na resolução de um problema por meio da metodologia FAHP consiste na definição dos critérios, oriundos da decomposição do processo decisório e representados pelo vetor  $C_n = (C_1, C_2, C_3, \dots, C_n)$ , e das alternativas de escolha, as quais serão analisadas e hierarquizadas, sendo representadas pelo vetor  $A'_n = (A_1, A_2, A_3, \dots, A'_n)$ .

A próxima etapa é a comparação de todos os critérios, sendo realizada em pares, o que permitirá a atribuição de pesos, resultando na identificação de quais critérios são mais relevantes.

Uma vez comparados os critérios, se faz necessária a comparação das alternativas do ponto de vista de cada critério, novamente de dois em dois elementos, permitindo a atribuição de pesos e sua hierarquização, o que constitui a saída do método FAHP.

Realizadas as comparações, o grau de fuzzificação ( $\delta$ ) é incorporado à todas elas, transformando o julgamento dado pelo especialista em um número *fuzzy* triangular ( $m - \delta, m, m + \delta$ ), o que resultará em uma matriz de comparações *fuzzy* [1].

De forma a calcular os pesos dos critérios, são aplicadas operações matemáticas sobre os números *fuzzy* descritos na matriz de comparações. Segundo [2], deve-se comparar os números *fuzzy* triangulares associados a cada par de alternativas e, utilizando-se dos pesos calculados para os critérios, será possível chegar à hierarquização final.

### ***2.3.5 Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE)***

Trata-se de uma metodologia desenvolvida em 1985 por Brans e Vincke [71], sendo um exemplo de método de sobreclassificação.

Segundo [49], PROMETHEE se apresenta como um método “adequado às situações em que os critérios possam ser representados em forma de valores. Para dada alternativa  $A$ , sua ordenação é obtida pela classificação de seu somatório líquido, ou seja, o somatório das preferências de  $A$  sobre todas as demais alternativas, menos o somatório das preferências das demais alternativas sobre  $A$ ”.

Para os autores, pode-se citar como vantagens do método: leva em consideração regras de dominância; matemática simples e lógica pouco complexa, tornando-se compreensível para muitos tomadores de decisão; e permite opções de relacionamento entre alternativas, através das funções de preferência.

Podem ser citadas as seguintes desvantagens do PROMETHEE: necessidade de transformar critérios qualitativos em valores e, na análise de sensibilidade, a mudança de pontuação final derivada da alteração de uma hipótese pode não ser adequadamente percebida pelo decisor [49].

# Capítulo 3

## Estudo de Caso

O estudo de caso desenvolvido por este trabalho empregou o método de sobreclassificação ELECTRE TRI para tratar a problemática da classificação dos contratos de concessão florestal, considerando-se três níveis de criticidade: alto, médio e baixo.

### 3.1 Situação Atual da Gestão de Riscos dos Contratos de Concessão Florestal

Esta Seção visa apresentar a situação atual da gestão de riscos dos contratos de concessão florestal mantidos pelo Serviço Florestal Brasileiro.

A situação encontrada atualmente no órgão com relação à previsão, por parte dos contratos de concessão florestal, de uma cláusula de alocação de riscos entre as partes, se resume à existência de alguns contratos, firmados entre o SFB e os concessionários, que não possuem a presença da norma; outros, onde tal instrumento se encontra presente, esse vincula todos os riscos contratuais ao concessionário florestal, unicamente. Há, ainda, os novos editais de licitação lançados pelo órgão, a saber a partir da Concorrência nº 01/2013 (Floresta Nacional do Crepori – Estado do Pará), que preveem a atribuição de riscos não somente ao concessionário, mas também ao poder concedente.

#### 3.1.1 Estudo do Contexto Interno e Externo

O primeiro passo para se estudar, desenvolver e empregar uma metodologia que vise gerenciar os riscos de um contrato de concessão florestal é a definição do contexto em estudo, de forma a prover uma visão geral sobre o ambiente no qual a gestão de riscos será conduzida.

Desta forma, compreender o contexto institucional no qual a organização opera e com o qual estabelece interações constitui atividade fundamental. Trata-se de enxergar,

principalmente, os ambientes externo e interno a partir da perspectiva de suas partes interessadas, de suas expectativas, interesses e disposições [6].

Conforme explanado anteriormente, o Serviço Florestal Brasileiro é o órgão público federal competente para implementar políticas de gestão no âmbito das florestas públicas, por força do texto exarado pela Lei nº 11.284/2006 [12], possuindo como atribuição a concessão de florestas públicas federais para exploração econômica e desenvolvimento do manejo sustentável dos recursos naturais.

O SFB compõe a estrutura do Ministério do Meio Ambiente, nos termos do Decreto nº 6.101, de 26 de abril de 2007 [72], e é órgão colegiado, subordinado ao ministério, possuindo autonomia administrativa e financeira. Desde a sua criação, o SFB possui como um de seus principais objetivos a concessão da exploração florestal. Nesse sentido, o órgão envidou esforços para elaborar e instituir o marco legal necessário para o cumprimento das políticas em seu âmbito de competência.

O Serviço Florestal Brasileiro possui como missão “conciliar uso e conservação das florestas, valorizando-as em benefício das gerações presentes e futuras”. Ademais, tem por visão as “florestas com relevância na agenda estratégica e econômica do país”, e, como valores [15]:

- Transparência: disponibilizar e comunicar informações, decisões, ações e resultados de forma acessível, frequente e clara aos seus servidores e à sociedade;
- Comprometimento: agir com dedicação, pró-atividade e engajamento;
- Inteligência institucional: utilizar plenamente o conhecimento consolidado, buscar o aprendizado contínuo, inovar em práticas de gestão pública, respeitar a diversidade de opiniões e valorizar a equipe e as interações organizacionais;
- Valorização dos conhecimentos tradicionais: reconhecer e valorizar as potencialidades, as tradições e as culturas locais; e
- Participação social e cooperação: promover oportunidades de interação e ampla participação norteadas pelo interesse público.

### **3.1.1.1 Partes Interessadas**

É necessário que as partes interessadas tenham clareza sobre o contexto e objetivos da organização e da gestão de riscos e sobre os métodos e técnicas de avaliação, sendo que a gestão de riscos dependerá do estabelecimento de uma comunicação e consulta eficazes com as partes interessadas e outros atores [26].

As principais partes interessadas identificadas no contexto organizacional são elencadas por meio da Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Identificação das partes interessadas no contexto organizacional (Fonte: [6]).

<b>Partes Interessadas</b>	<b>Detalhamento</b>
Público interno	Diretores; Diretorias; Gerentes; Gerências; Prestadores de serviços; Servidores; Unidades regionais.
Público externo	Associações; Comunidades; Concessionários florestais; Entes federativos; Entidades sem fins lucrativos; Organismos internacionais; Organizações privadas; Organizações públicas; Órgãos ambientais; Sociedade.

Assim, é possível vislumbrar as partes interessadas no contexto dos contratos de concessão florestal mantidos pelo Serviço Florestal Brasileiro, dividindo-as em público interno e externo.

### **3.1.1.2 Análise dos Ambientes Interno e Externo à Organização**

No sentido de se identificar informações acerca dos ambientes interno e externo à organização, foi empregada a matriz SWOT.

Dessa forma, a lista das forças identificadas no contexto do SFB é enumerada a seguir.

- Perfil técnico da diretoria;
- Qualificação técnica e multidisciplinar da equipe;
- Equipe interessada nos processos de capacitação;
- Capacidade de captação de recursos financeiros; e
- Atuação descentralizada.

As fraquezas ou limitações de uma organização são características negativas de sua atuação que a colocam em desvantagem e formam barreiras para o alcance de seus resultados. Abaixo a lista das fraquezas identificadas no SFB.

- Articulação interinstitucional e política insuficiente;
- Pouca interação, comunicação e integração entre as gerências;
- Elaboração do planejamento operacional sem a participação da equipe técnica;
- Metas inadequadas e definidas sem participação das gerências;
- Modelo de liderança e perfil centralizador de dirigentes;
- Agenda institucional, missão, visão, valores e objetivos institucionais pouco claros;
- Comunicação institucional sem definição estratégica;
- Baixa capacidade de execução de recursos orçamentários e financeiros;
- Arranjo institucional inadequado às competências;
- Visão econômica e de mercado limitada;
- Indefinição das competências das Unidades Regionais;
- Desmotivação da equipe;
- Alta rotatividade de servidores;
- Falta de pessoal;
- Espaço físico insuficiente e mal distribuído;
- Excesso de burocratização de procedimentos e processos internos;
- Fluxo de informações ineficientes entre as gerências e as Unidades Regionais;
- Falta de autonomia da assessoria jurídica;
- Carreira e plano de cargos e salários inadequado.

### **3.1.1.3 Definição das Responsabilidades pelo Processo de Gestão de Riscos Aplicada aos Contratos de Concessão Florestal**

A definição de responsabilidades está intimamente ligada às partes interessadas, uma vez que é necessário que estas compreendam o processo de gestão de riscos e entendam os motivos que levaram a se tomar determinada ação. A seguir são apresentadas, por meio da Figura 3.1, as principais partes interessadas e suas respectivas responsabilidades.

É possível verificar através da Figura 3.1 as responsabilidades atribuídas às principais partes interessadas do órgão quanto à gestão de riscos aplicada aos contratos de concessão florestal.

		Partes interessadas				
		Alta administração. Composta pelo Conselho Diretor, o qual é constituído por um diretor-geral e quatro diretores	Diretor de Concessões e Monitoramento	Gerente Executivo de Concessões Florestais	Analistas ambientais	Demais servidores
Responsabilidades	Deve se comprometer com a gestão de riscos, de modo a possibilitar um processo eficaz e contínuo	✓	✓	✓	✓	✓
	Deve garantir que a gestão de riscos faça parte do planejamento estratégico organizacional	✓				
	Deve garantir o alinhamento dos objetivos da gestão de riscos com os objetivos e estratégias da organização	✓	✓	✓		
	Deve definir e aprovar a política de gestão de riscos	✓				
	Deve garantir o alinhamento entre a cultura organizacional e a política de gestão de riscos	✓	✓	✓		
	Deve atribuir responsabilidades em níveis apropriados	✓	✓	✓		
	Deve executar a política de gestão de riscos	✓	✓	✓	✓	✓
	Deve garantir a alocação de recursos necessários para a gestão de riscos	✓				
	Deve comunicar os benefícios da gestão de riscos a todas as partes interessadas	✓	✓	✓		
	Deve assegurar que a estrutura para gerenciar riscos continue a ser apropriada	✓	✓			
	Deve aprovar os indicadores de desempenho para a gestão de riscos e seu consequente alinhamento com os indicadores de desempenho organizacionais		✓			
	Deve ser responsável pela criação de indicadores de desempenho para a gestão de riscos e seu consequente alinhamento com os indicadores de desempenho organizacionais			✓	✓	

Figura 3.1: Identificação das partes interessadas e atribuição de responsabilidades referentes à gestão de riscos aplicada aos contratos de concessão florestal.

### 3.2 Aplicação do método ELECTRE TRI

Segundo [57], “a seleção apropriada do método multicritério depende das características do problema em questão e das preferências do decisor. Atualmente, existem vários métodos multicritério disponíveis, portanto a eficiência na modelagem do problema vai depender do conhecimento do analista no algoritmo e nas propriedades do método”.

A autora enfatiza ainda que “a escolha do método se faz por suas características, como: a natureza do problema (tipo de problemática), tipos de critérios, maneira pela

qual vai ser conduzida a modelagem de preferência (comunicação esperada do tomador de decisão). Deve-se evitar que a escolha do método multicritério seja influenciada pela mera popularidade ou facilidade de aplicação de um *software*, já que a essência da metodologia multicritério é uma modelagem de preferência eficiente”.

A partir da definição do objetivo deste trabalho e do desenvolvimento da pesquisa, foi possível delimitar a preferência pelo emprego do método ELECTRE TRI a partir das seguintes necessidades que deveriam ser atendidas: (i) solução para a problemática de classificação; (ii) ser um método de sobreclassificação; (iii) capacidade de lidar com a incerteza acerca das preferências do tomador de decisão; e (iv) facilidade na modelagem das preferências do decisor.

Foram identificados trinta e cinco critérios (riscos), os quais foram agrupados em dez dimensões (financeiros/econômicos; licenciamento da atividade de manejo florestal; ambientais; bens reversíveis da concessão florestal; atividade de exploração florestal; área concedida; legais; comunicação; ineficiência e imperícia e antropológicos), sendo esses relacionados a dezoito alternativas (todos os contratos de concessão florestal assinados entre 2008 e 2016). A lista com os riscos identificados pode ser consultada por meio do Apêndice A, enquanto que a definição de cada critério pode ser encontrada no Apêndice B deste trabalho.

Considerando-se as características, vantagens e limitações das metodologias apresentadas por meio da Seção 2.2 deste trabalho, foram escolhidas as seguintes técnicas para a consecução da identificação dos riscos: *brainstorm*, *checklists*, entrevistas estruturadas e semiestruturadas, opinião especializada e revisões de documentação.

Os riscos (critérios) identificados se relacionam diretamente aos contratos de concessão florestal (alternativas), não se restringindo à apenas uma parte do acordo jurídico, ou seja, ora são relativos ao poder concedente ora ao concessionário. Entretanto, as avaliações dos critérios foram obtidas sob a perspectiva do gestor, na condição de representante do poder concedente, mesmo que o risco esteja relacionado ao concessionário.

Cada um dos contratos de concessão florestal (alternativas) foi avaliado quanto à sua criticidade, à luz dos trinta e cinco riscos (critérios) que foram identificados como sendo os atributos empregados para analisar a situação contratual. Para tanto, foi utilizada uma escala de cinco níveis, conforme apresentado por meio da Tabela 3.2.

As avaliações das alternativas à luz dos critérios podem ser verificadas por meio da Tabela 3.4, Tabela 3.6 e Tabela 3.8.

Destaca-se que, para a apresentação dos dados, as avaliações dos contratos de concessão florestal foram dispostas de maneira aleatória, de forma a não permitir a identificação do concessionário florestal.

Tabela 3.2: Escala empregada no correlacionamento entre critérios e alternativas.

<b>Intensidade da Importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Pouca importância	O critério possui pouca importância para uma dada alternativa
2	Importância moderada	O critério possui importância moderada para uma dada alternativa
3	Forte importância	O critério possui forte importância para uma dada alternativa
4	Importância muito forte	O critério possui importância muito forte para uma dada alternativa
5	Importância extrema	O critério possui importância extrema para uma dada alternativa

Para subsidiar as avaliações correspondentes ao relacionamento entre critérios e alternativas, foram considerados dados coligidos através de entrevistas; aplicação de questionários; pesquisas em fontes documentais – tais como processos referentes aos contratos de concessão florestal, consulta a sistemas de informação, como o Diário Oficial da União, e sistemas jurisdicionais de tribunais brasileiros; séries históricas de dados e percepções e opiniões especializadas dos decisores. Para tanto, foi delimitada uma etapa temporal compreendida entre 2008 (data de assinatura do primeiro contrato de concessão florestal) e 2016 (data mais recente de assinatura de um contrato de concessão).

Conforme abordado em capítulo pretérito, o ELECTRE TRI, através de uma relação de sobreclassificação  $S$ , classifica as alternativas em classes predefinidas, em que a alocação de uma alternativa  $a$  resulta da comparação de  $a$  com perfis de limites das categorias [65]. Desta forma, na aplicação do método, cada alternativa foi comparada com os limites de classes para definição da categoria a qual deveria pertencer.

Indo ao encontro ao explanado por [55], a construção do modelo ELECTRE TRI empregado levou em consideração os seguintes parâmetros:

- Definição dos perfis  $g_j(b_h)$  pelo tomador de decisão, em que  $g_j$  representa os critérios e  $b_h$  representa os perfis dos critérios. No caso desta pesquisa, os critérios se restringem aos trinta e cinco riscos identificados para a problemática em estudo. Os perfis  $g_j(b_h)$  representam os limites superiores das classes “baixo”, “médio” e “alto”;

- Conjunto de pesos dos critérios  $(k_1, k_2, \dots, k_m)$ . A definição dos pesos ficou a cargo do tomador de decisão apoiado por dados concernentes à peculiaridade, importância e criticidade de cada critério. Os pesos dos critérios foram normalizados através do quociente entre o elemento a ser normalizado e a soma total dos pesos;
- Limiares de indiferença e preferência:  $q_j(b_h)$  e  $p_j(b_h)$ . Os limiares de preferência e indiferença utilizados foram considerados iguais a zero, isso porque, tendo em vista que os critérios decorrem de requisitos legais, não há a opção de se trabalhar com um modelo de preferência menos rígido quanto ao ponto de vista do decisor, assim não há a atribuição dos limiares, ou seja, existe um valor preciso para o limite entre indiferença e preferência, não havendo uma região intermediária onde os decisores hesitam entre indiferença ou preferência ou dão respostas distintas;
- Limiares de veto:  $v_j(b_h)$ . Para esse estudo, utilizou-se o limiar de veto igual a zero, ou seja  $v_j(b_h) = 0$ , tendo sua justificativa pautada pelo mesmo motivo apresentado para os limiares de indiferença e preferência; e
- Nível de corte  $\lambda$ , para validar a afirmação  $aSb_h$ . O nível de corte define o rigor para se estabelecer uma relação de sobreclassificação. O nível de corte empregado variou entre 0,9 e 0,5. À medida que esse valor diminui, permite-se que mais sobreclassificações aconteçam na análise comparatória.

Após a definição inicial dos parâmetros, foi conduzida a análise de sensibilidade, a qual analisou a influência do comportamento do modelo quanto às variáveis impostas [53], através de ciclos iterativos de análise e validação do modelo pelo tomador de decisão, procedendo-se à variação do nível de corte  $\lambda$  e das avaliações dos critérios, com o objetivo precípuo de se alcançar a melhor classificação para o problema proposto.

As simulações do modelo ELECTRE TRI foram realizadas com o emprego do *software* J-ELECTRE (versão 1.0) [73].

O próximo passo consistiu nos cálculos do índice de concordância por critério  $c_j(a, b_h)$  e  $c_j(b_h, a)$ , do índice de concordância global  $C(a, b_h)$  e  $C(b_h, a)$ , do índice de discordância por critério  $d_j(a, b_h)$  e  $d_j(b_h, a)$  e do índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$ . Os cálculos foram automatizados pelo *software* J-ELECTRE e permitiram o estabelecimento da relação de sobreclassificação entre uma alternativa  $a$  e uma alternativa de referência  $b_h$ .

Posteriormente, com a obtenção dos resultados, realizou-se a classificação das alternativas, à luz dos critérios, nas três categorias predefinidas: “baixo”, “médio” ou “alto”, relacionadas à criticidade do risco para o contrato em análise (Tabela 3.3). A classificação foi realizada tanto por meio de um procedimento otimista quanto pessimista (inerente ao método ELECTRE TRI).

Tabela 3.3: Categorias de risco.

Categorias de Risco		
Alto	Médio	Baixo

Tendo como base o disposto em [25], considerou-se que, na categoria de risco “alto”, o nível do risco (critério) é considerado intolerável, sendo seu tratamento considerado como essencial pela organização, qualquer que seja o custo a ser dispendido com essa atividade; na categoria “médio”, os custos e benefícios são considerados quando da escolha pelo tratamento do risco e, na categoria “baixo”, os riscos classificados nessa área são considerados desprezíveis e nenhuma ação de tratamento é tomada.

As categorias foram detalhadas para cada critério e podem ser consultadas através do Apêndice C.

### 3.2.1 Análise de Sensibilidade

Para a realização da primeira simulação no *software* J-ELECTRE, considerou-se como parâmetros o nível de corte  $\lambda$  igual a 0,9 e a avaliação dos critérios (dispostas de “a1” a “a18”), os pesos (representados pela letra ‘W’) e os limiares  $b_1$ ,  $b_2$ , indiferença (‘Q’), preferência (‘P’) e veto (‘v’) conforme dispostos na Tabela 3.4.

Para os parâmetros utilizados, obteve-se a classificação apresentada por meio da Tabela 3.5, onde a maioria dos contratos foram classificados na categoria de risco “B” do *software*, correspondente à classe “médio” deste estudo, tanto no procedimento pessimista quanto no otimista.

Ao se submeter o resultado à crítica do decisor, tendo em vista as regras de negócio e os dados inerentes aos contratos de concessão, constatou-se que contratos que não eram críticos para a organização foram classificados na categoria “A” (“alto”). Portanto, a classificação obtida não possui lastro com a realidade encontrada no órgão, tendo sido reprovada pelo decisor.

Tabela 3.4: Matriz de decisão da primeira simulação.

	Critérios																	
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12	g13	g14	g15	g16	g17	g18
b2	3,375	3,375	3,375	3,375	3,375	2,500	2,500	3,375	3,375	3,375	3,375	2,750	3,000	3,375	3,000	3,350	3,375	3,375
b1	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,250	1,250	1,875	1,875	1,875	1,875	1,500	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,039	0,039	0,039	0,039	0,059	0,059	0,059	0,020	0,020	0,020	0,020	0,039	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
a1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a2	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a3	5	5	4	5	5	5	5	5	1	1	1	5	1	3	3	3	3	4
a4	2	2	3	3	5	3	4	2	1	1	1	2	1	3	1	3	1	1
a5	5	5	4	4	5	5	5	4	1	1	1	5	1	3	3	3	3	3
a6	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a7	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a8	2	2	3	3	5	3	4	2	1	1	1	2	1	3	1	3	1	1
a9	3	4	3	4	5	4	4	3	1	1	1	3	2	3	3	3	1	3
a10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a12	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a13	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a14	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1
a15	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1
a16	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a17	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
a18	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1

Tabela 3.4: Matriz de decisão da primeira simulação (continuação).

	Critérios																
	g19	g20	g21	22	23	24	25	g26	g27	g28	g29	g30	g31	g32	g33	g34	g35
b2	3,000	3,375	3,000	3,000	2,500	3,375	3,375	3,375	3,000	3,000	2,000	3,375	3,000	3,300	3,000	3,000	3,000
b1	1,875	1,875	1,500	1,500	1,250	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,000	1,875	1,800	1,750	1,500	1,500	1,500
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,020	0,020	0,039	0,039	0,039	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,039	0,020	0,039	0,020	0,020	0,020	0,020
a1	1	2	1	1	5	1	2	1	1	5	1	1	1	2	1	1	1
a2	1	2	1	1	4	1	2	1	1	5	1	1	1	2	1	1	1
a3	4	3	1	1	5	1	2	1	1	5	1	1	5	2	3	5	1
a4	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a5	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a6	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a7	2	2	4	4	3	1	2	1	1	1	3	1	3	2	1	1	3
a8	3	3	4	4	3	1	2	1	1	1	4	1	3	2	2	3	3
a9	4	3	4	4	3	1	2	1	1	5	5	1	5	2	4	5	3
a10	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a11	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a12	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a13	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a14	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a15	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a16	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a17	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a18	2	2	4	4	3	1	2	1	1	5	3	1	3	2	1	1	3

Tabela 3.5: Simulação com parâmetros iniciais.

<b>Contratos</b>	<b>Pessimista</b>	<b>Otimista</b>
a1	A	A
a2	A	A
a3	A	A
a4	B	B
a5	B	B
a6	B	B
a7	A	A
a8	A	A
a9	A	A
a10	B	B
a11	B	B
a12	B	B
a13	B	B
a14	B	B
a15	B	B
a16	B	B
a17	B	B
a18	A	A

Diante do cenário apresentado, os critérios foram submetidos novamente para avaliação do tomador de decisão. O decisor entendeu ser necessária a alteração da avaliação de alguns critérios em relação a algumas alternativas e a modificação dos pesos. O nível de corte  $\lambda$  e os limiares foram mantidos sem alteração. A Tabela 3.6 apresenta a matriz de decisão.

Nesse novo contexto, a classificação resultante (Tabela 3.7) se aproximou da realidade encontrada quanto aos contratos de concessão florestal, sendo validada pelo tomador de decisão. Nessa simulação, considerando-se tanto o procedimento pessimista quanto o otimista, oito contratos foram classificados como de alto risco, ao serem designados para a classe “A” (categoria “alto”) e dez contratos foram classificados como de médio risco (classe “B”, correspondente à categoria “médio”).

De modo a validar a robustez do modelo, a rigidez inicial do  $\lambda$  (0,9) foi sendo reduzida, de forma que foram realizadas simulações com níveis de corte iguais a 0,8; 0,7; 0,6 e 0,5. Os limiares, os pesos e as avaliações dos critérios foram mantidos inalterados. Em todos os casos a classificação obtida foi análoga àquela apresentada por meio da Tabela 3.7.

Tabela 3.6: Matriz de decisão da segunda simulação.

	Critérios																	
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12	g13	g14	g15	g16	g17	g18
b2	3,375	3,375	3,375	3,375	3,375	2,500	2,500	3,375	3,375	3,375	3,375	2,750	3,000	3,375	3,000	3,350	3,375	3,375
b1	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,250	1,250	1,875	1,875	1,875	1,875	1,500	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,036	0,036	0,018	0,018	0,018	0,073	0,073	0,018	0,018	0,018	0,018	0,036	0,018	0,018	0,055	0,018	0,018	0,018
a1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a3	5	5	5	5	3	5	5	5	1	1	5	5	1	1	4	2	3	4
a4	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a6	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1
a7	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a8	2	1	3	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2
a9	3	3	3	2	3	4	4	2	1	1	2	3	1	1	2	3	2	3
a10	4	4	5	5	3	5	5	4	1	1	3	5	1	1	3	2	3	4
a11	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a12	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a13	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a14	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1
a15	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a16	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a17	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a18	2	1	3	2	3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2

Tabela 3.6: Matriz de decisão da segunda simulação (continuação).

	Critérios																
	g19	g20	g21	22	23	24	25	g26	g27	g28	g29	g30	g31	g32	g33	g34	g35
b2	3,000	3,375	3,000	3,000	2,500	3,375	3,375	3,375	3,000	3,000	2,000	3,375	3,000	3,300	3,000	3,000	3,000
b1	1,875	1,875	1,500	1,500	1,250	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,000	1,875	1,800	1,750	1,500	1,500	1,500
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,018	0,018	0,018	0,036	0,036	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,091	0,018	0,055	0,018	0,018	0,018	0,036
a1	1	1	1	1	5	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a3	1	1	1	1	2	1	2	5	1	1	2	1	5	2	3	5	1
a4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a5	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a6	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a7	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a8	1	3	4	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	4
a9	1	1	4	2	2	1	2	3	1	1	3	1	3	2	4	4	4
a10	1	3	4	2	3	1	2	4	1	1	5	1	5	2	5	5	4
a11	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a12	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a13	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a14	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a15	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a16	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a17	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a18	1	3	4	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	4

Tabela 3.7: Simulação a partir da alteração da avaliação dos critérios e dos pesos.

<b>Contratos</b>	<b>Pessimista</b>	<b>Otimista</b>
a1	A	A
a2	B	B
a3	A	A
a4	B	B
a5	A	A
a6	B	B
a7	B	B
a8	A	A
a9	A	A
a10	A	A
a11	A	A
a12	B	B
a13	B	B
a14	B	B
a15	B	B
a16	B	B
a17	B	B
a18	A	A

Outra simulação realizada submeteu os limites das categorias à uma variação de dez por cento para mais e para menos. Na primeira situação, não houve qualquer alteração de classificação. No segundo caso, dois contratos saíram da categoria “médio” e passaram para “alto”, tanto na visão pessimista quanto otimista, não condizente com a realidade dos contratos, sendo os dados demonstrados por meio da Tabela 3.8 e a classificação apresentada pela Tabela 3.9.

Tabela 3.8: Matriz de decisão da simulação com variação de dez por cento a menos nos limites de classe.

	Critérios																	
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12	g13	g14	g15	g16	g17	g18
b2	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	2,250	2,250	3,038	3,038	3,038	3,038	2,475	2,700	3,038	2,700	3,015	3,038	3,038
b1	1,688	1,688	1,688	1,688	1,688	1,125	1,125	1,688	1,688	1,688	1,688	1,350	1,688	1,688	1,688	1,688	1,688	1,688
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,036	0,036	0,018	0,018	0,018	0,073	0,073	0,018	0,018	0,018	0,018	0,036	0,018	0,018	0,055	0,018	0,018	0,018
a1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a3	5	5	5	5	3	5	5	5	1	1	5	5	1	1	4	2	3	4
a4	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a6	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1
a7	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a8	2	1	3	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2
a9	3	3	3	2	3	4	4	2	1	1	2	3	1	1	2	3	2	3
a10	4	4	5	5	3	5	5	4	1	1	3	5	1	1	3	2	3	4
a11	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a12	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a13	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a14	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1
a15	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a16	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a17	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
a18	2	1	3	2	3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2

Tabela 3.8: Matriz de decisão da simulação com variação de dez por cento a menos nos limites de classe (continuação).

	Critérios																
	g19	g20	g21	22	23	24	25	g26	g27	g28	g29	g30	g31	g32	g33	g34	g35
b2	2,700	3,038	2,700	2,700	2,250	3,038	3,038	3,038	2,700	2,700	1,800	3,038	2,700	2,970	2,700	2,700	2,700
b1	1,688	1,688	1,350	1,350	1,125	1,688	1,688	1,688	1,688	1,688	0,900	1,688	1,620	1,575	1,350	1,350	1,350
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,018	0,018	0,018	0,036	0,036	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,091	0,018	0,055	0,018	0,018	0,018	0,036
a1	1	1	1	1	5	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a3	1	1	1	1	2	1	2	5	1	1	2	1	5	2	3	5	1
a4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a5	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a6	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a7	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a8	1	3	4	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	4
a9	1	1	4	2	2	1	2	3	1	1	3	1	3	2	4	4	4
a10	1	3	4	2	3	1	2	4	1	1	5	1	5	2	5	5	4
a11	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a12	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a13	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a14	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a15	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a16	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a17	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
a18	1	3	4	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	4

Tabela 3.9: Simulação com variação de dez por cento a menos nos limites de classe.

<b>Contratos</b>	<b>Pessimista</b>	<b>Otimista</b>
a1	A	A
a2	B	B
a3	A	A
a4	B	B
a5	A	A
a6	B	B
a7	A	A
a8	A	A
a9	A	A
a10	A	A
a11	A	A
a12	B	B
a13	B	B
a14	A	A
a15	B	B
a16	B	B
a17	B	B
a18	A	A

Diante dos resultados encontrados em todas as simulações realizadas, verificou-se não haver diferença entre o procedimento pessimista e o otimista.

[74] afirmam que uma dupla classificação (no caso em que uma alternativa obtivesse classificações distintas na visão otimista e pessimista) “indica uma incomparabilidade, a qual está associada a uma incoerência do sistema de classificação. Isto significa que o sistema de classificação precisa ser reavaliado caso seja estritamente necessária uma convergência entre as classificações otimista e pessimista”.

A opinião de [75] vai ao encontro do explanado ao sustentar que as incomparabilidades podem surgir basicamente em dois casos: devido a uma modelagem errada do problema ou por julgamentos inconsistentes do especialista, o que gera supervalorização ou subvalorização da alternativa na classificação final.

Assim, verifica-se que, ao não haver diferença entre os procedimentos otimista e pessimista, os resultados obtidos pelas simulações realizadas nesta pesquisa sustentam a robustez da avaliação, uma vez que as todas as classificações coincidiram.

Desta forma, chegou-se à conclusão que, a partir do emprego do método multicritério ELECTRE TRI, foi possível a classificação dos contratos de concessão florestal em categorias de criticidade, possibilitando ao Serviço Florestal Brasileiro o direcionamento das ações de tomada de decisão. O gestor deve ter conhecimento do impacto de cada decisão sua sobre a organização, e esta pesquisa auxilia diretamente ao fornecer insumos

que servirão para a gestão eficiente dos contratos de concessão florestal.

Tendo em vista serem os recursos finitos, às vezes até mesmo escassos, como visto na contextualização do órgão (Seção 3.1), se faz atividade essencial direcionar a prioridade de análise dos contratos e do tratamento dos riscos, de forma a modificar a probabilidade de ocorrência e/ou o efeito.

Ademais, sendo aderente à arquitetura de gestão de riscos apresentada por meio da Seção 2.1.2.1, é interessante que o órgão estabeleça um processo contínuo de monitoramento e análise crítica dos riscos e contratos, e, nesse sentido, este estudo será de fundamental importância para a consecução deste objetivo, na medida em que auxilia a identificação dos riscos e a classificação dos contratos de concessão florestal, além de ser fonte de informações atualizadas, gerando conhecimento para as partes envolvidas.

# Capítulo 4

## Conclusões Finais

Um contrato de concessão florestal é permeado por peculiaridades, como sua complexidade, os interesses antagônicos entre as partes contratuais, o grande vulto financeiro e econômico envolvido e o longo prazo da concessão. Assim, fica claro que tais contratos se apresentam como instrumentos de difícil mensuração quanto aos riscos e incertezas que podem permear a relação entre as partes.

A consecução de um risco não previsto ou modificado ao longo do tempo sem que esse tenha sido avaliado pode ensejar a oneração do contrato para ambas as partes, decrementar a eficiência e efetividade do acordo e, até mesmo, levar à suspensão ou extinção do pacto jurídico firmado, o que poderá debilitar diretamente a eficácia das políticas públicas de gestão das florestas.

Além do mais, conforme discutido anteriormente, deve-se ter em mente que o gestor deve conhecer o impacto de cada decisão sobre o valor da organização.

Dessarte, esta pesquisa objetivou precipuamente identificar e classificar os riscos relevantes dos contratos de concessão florestal mantidos pelo Serviço Florestal Brasileiro, aplicando, para tanto, o método de Análise de Decisão Multicritério ELECTRE TRI, a fim de possibilitar que tais informações possam apoiar o poder concedente no processo de tomada de decisões.

Diversas técnicas de identificação de riscos foram apresentadas. Considerando-se as características, vantagens e limitações das metodologias, foram escolhidas as seguintes técnicas para a consecução da identificação dos riscos neste estudo: *brainstorm*, *checklists*, entrevistas estruturadas e semiestruturadas, opinião especializada e revisões de documentação.

O passo seguinte consistiu na escolha do método ELECTRE TRI, tendo em vista as seguintes necessidades que deveriam ser atendidas: (i) solução para a problemática de classificação; (ii) ser um método de sobreclassificação; (iii) capacidade de lidar com a

incerteza acerca das preferências do tomador de decisão; e (iv) facilidade na modelagem das preferências do decisor.

Assim, foram identificados trinta e cinco critérios (riscos), os quais foram agrupados em dez dimensões (financeiros/econômicos; licenciamento da atividade de manejo florestal; ambientais; bens reversíveis da concessão florestal; atividade de exploração florestal; área concedida; legais; comunicação; ineficiência e imperícia e antropológicos), sendo esses relacionados a dezoito alternativas (todos os contratos de concessão florestal assinados entre 2008 e 2016).

Cada um dos contratos de concessão florestal foi avaliado quanto à sua criticidade, à luz dos trinta e cinco riscos que foram identificados como sendo os atributos empregados para avaliar a situação contratual.

Após a definição inicial dos parâmetros a serem utilizados pelo método, foi conduzida a análise de sensibilidade, a qual verificou a influência do comportamento do modelo quanto às variáveis impostas, através de ciclos iterativos de análise e validação pelo tomador de decisão, procedendo-se à variação do nível de corte  $\lambda$ , das avaliações dos critérios e dos pesos, com o objetivo precípua de se alcançar a classificação dos contratos mais coerente com a realidade organizacional.

A partir de então, passou-se aos cálculos do índice de concordância por critério  $c_j(a, b_h)$  e  $c_j(b_h, a)$ , do índice de concordância global  $C(a, b_h)$  e  $C(b_h, a)$ , do índice de discordância por critério  $d_j(a, b_h)$  e  $d_j(b_h, a)$  e do índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$ . Os cálculos foram automatizados pelo *software* J-ELECTRE e permitiram o estabelecimento da relação de sobreclassificação entre uma alternativa  $a$  e uma alternativa de referência  $b_h$ .

Posteriormente, com a obtenção dos resultados, realizou-se a classificação das alternativas, à luz dos critérios, nas três categorias predefinidas: “baixo”, “médio” ou “alto”, relacionadas à criticidade do risco para o contrato em análise. A classificação foi realizada tanto por meio de um procedimento otimista quanto pessimista (inerente ao método ELECTRE TRI).

Diante dos resultados encontrados em todas as simulações realizadas do método, verificou-se não haver diferença entre o procedimento pessimista e o otimista, o que sustentou a robustez da avaliação, uma vez que as todas as classificações coincidiram.

Ressalta-se que todos os resultados de classificação foram validados junto ao tomador de decisão. Desta forma, chegou-se à conclusão que, a partir do emprego do método multicritério ELECTRE TRI, foi possível a classificação dos contratos de concessão florestal em categorias de criticidade, possibilitando ao Serviço Florestal Brasileiro o direcionamento das ações de tomada de decisão. O gestor deve ter conhecimento do impacto de cada decisão sua sobre a organização, e esta pesquisa auxilia diretamente ao fornecer insumos que servirão para a gestão eficiente dos contratos de concessão florestal.

## 4.1 Trabalhos Futuros

Esta pesquisa se propôs a analisar riscos de contratos de concessão florestal já firmados entre o poder concedente e um concessionário florestal. Um estudo relevante que poderia ser objeto de um trabalho futuro, tendo-se em vista a especificidade da duração de quarenta anos de um contrato de concessão florestal, é considerar a análise de criticidade dos riscos prévia à assinatura contratual ou, até mesmo, ao procedimento licitatório, para que os riscos envolvidos com a concessão possam ser minimizados, permitindo ao órgão a possibilidade de adequação do contrato, resguardando, desta forma, as partes envolvidas.

# Referências

- [1] Chang, Da Young: *Theory and methodology: applications of the extent analysis method on fuzzy ahp*. European Journal of Operation Research, 95:649–655, 1996. xi, 19, 60
- [2] Cidad, Nathalia Cacicedo e Paula Salarini Manzani: *Metodologia multicritério para a análise de riscos em projetos de p&td: um estudo de caso na light*, 2015. xi, 19, 20, 60, 61
- [3] Saxena, Vaibhav, Madhurin Jain, Preetvanti Singn e P. K. Saxena: *Fuzzy delphi hierarchy process and its application to improve indian telemedical services*. Em *International symposium on the analytic hierarchy process*, 2010. xi, 18, 19, 60
- [4] Roy, Bernard: *Multicriteria methodology for decision aiding – nonconvex optimization and its applications*. Springer Science+Business Media, 1996. xi, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52
- [5] Saaty, Thomas Lorie: *Decision making with the analytic hierarchy process*. International Journal of Services Sciences, 1(1), 2008. xi, 20, 58, 59
- [6] Publix, Instituto: *Gestão para resultados no serviço florestal brasileiro*, 2013. xi, 30, 31, 63, 64
- [7] Perez, Marcos Augusto: *O risco no contrato de concessão de serviço público*. Editora Fórum, Belo Horizonte, 2006. 1, 22, 23
- [8] Gonçalves, Pedro Costa: *A concessão de serviços públicos*. Almedina, Coimbra, 1999. 1
- [9] Rivero, Jean e Jean Waline: *Droit Administratif*. Dalloz, Paris, 1994. 1
- [10] Masagão, Mário: *Curso de direito administrativo*. Revista dos Tribunais, São Paulo, 6ª edição, 1977. 1
- [11] BRASIL: *Decreto nº 2.473, de 26 de janeiro*, 1998. 1
- [12] BRASIL: *Lei nº 11.284, de 02 de março*, 2006. 2, 3, 63
- [13] Oliveira, Raul Miguel Freitas de: *Concessão florestal: exploração sustentável de florestas públicas por particular*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2010. 2

- [14] Godoy, Amália Maria Goldberg: *A gestão sustentável e a concessão das florestas públicas*. Revista de Economia Contemporânea, 10(3):631–654, 2006. 2
- [15] BRASIL, Serviço Florestal Brasileiro: *Institucional*. <http://www.florestal.gov.br/menu-horizontal-de-internet/institucional/servico-florestal-brasileiro>. Acesso: 07/09/2015. 3, 63
- [16] Aragão, Joaquim José Guilherme de, Artur Carlos de Moraes, Flávio Augusto de Oliveira Passos Dias, Francisco Giusepe Donato Martins, José Felix Holanda, Marcus Porfírio e Marianne Trindade Câmara: *Parceria público-privada: procedimento de avaliação qualitativa de riscos como ferramenta para desenho de contratos*. Em XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Recife, 2005. 3
- [17] Graeff, Fernando: *Uma análise da alocação de riscos nos contratos para prestação de serviços públicos: o caso do transporte rodoviário interestadual de passageiros por ônibus*. Instituto Serzedello Corrêa, 2011. 3
- [18] Miguel, Paulo Augusto Cauchick: *Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendação para sua condução*. Produção, 17(1):216–229, 2007. 4
- [19] Lakatos, Eva Maria e Marina de Andrade Marconi: *Fundamentos de metodologia científica*. Editora Atlas, São Paulo, 2010. 4
- [20] Minayo, Maria Cecília de Souza: *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. Hucitec, São Paulo, 2008. 4
- [21] Belton, Valerie e Theodor J Stewart: *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science+Business Media, Holanda, 2002. 5, 45, 49, 50, 53, 57
- [22] BRASIL, Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União e Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão: *Instrução normativa conjunta nº 01*, 2016. 8
- [23] BRASIL, Ministério do Meio Ambiente: *Portaria nº 415*, 2017. 8
- [24] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas: *Gestão de riscos – princípios e diretrizes: Abnt nbr iso 31000:2009*, 2009. 9, 10, 11, 12, 14, 15
- [25] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas: *Gestão de riscos – técnicas para o processo de avaliação de riscos: Abnt nbr iso/iec 31010:2012*, 2012. 9, 10, 12, 13, 14, 15, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 48, 70
- [26] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas: *Gestão de riscos - vocabulário: Abnt iso guia 73*, 2009. 9, 10, 12, 13, 14, 15, 30, 31, 63
- [27] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas: *Tecnologia da informação – técnicas de segurança – gestão de riscos de segurança da informação: Abnt nbr iso/iec 27005:2011*, 2011. 10, 12, 13, 14, 15
- [28] EUA, Department of Defense: *Military handbook: Electronic reability design handbook*, 1998. 16, 17, 21

- [29] Ahmad, Rosmaini, Shahrul Kamaruddin, Ishak Abdul Azid e Indra Putra Almanar: *Failure analysis of machinery component by considering external factors and multiple failure modes: a case study in the processing industry*. Engineering Failure Analysis, 25:182–192, 2012. 16
- [30] EUA, Department of the Army: *Failures modes, effects and criticality analysis (fmeca) for command, control, communications, computer, intelligence, surveillance, and reconnaissance (c4isr) facilities*, 2006. 16, 17
- [31] Pedricz, Witold e Fernando Gomide: *An introduction to fuzzy sets: analysis and design*. MIT Press, 1998. 18
- [32] Nieto-Morote, Ana Maria e Francisco Ruz-Vila: *A fuzzy approach to construction project risk assessment*. International Journal of Project Management, 29:220–231, 2011. 18, 20, 21, 22
- [33] Tanscheit, Ricardo: *Sistemas fuzzy*. Em *Inteligência computacional aplicada à administração, economia e engenharia em Matlab*. Thomson Learning, São Paulo, 2007. 18
- [34] Cherri, Adriana Cristina, Douglas José Alem Junior e Ivan Nunes da Silva: *Inferência fuzzy para o problema de corte de estoque com sobras aproveitáveis de material*. Revista Brasileira de Pesquisa Operacional, 31(1), 2011. 18
- [35] BRASIL: *Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro, 1995*. 22, 24
- [36] BRASIL: *Lei nº 11.079, de 30 de dezembro, 2004*. 22
- [37] Silveira, Gustavo Pedron da: *Alocação objetiva de riscos nos contratos de concessão de serviço público*. <http://gustavopedron.jusbrasil.com.br/artigos/311214094/alocacao-objetiva-de-riscos-nos-contratos-de-concessao-de-servico-publico>, 2016. Acesso: 14/12/2016. 23
- [38] Ribeiro, Maurício Portugal: *Concessões e PPPs: melhores práticas em licitações e contratos*. Editora Atlas, 2011. 23, 24
- [39] BRASIL, Tribunal de Contas da União: *Acórdão 621/2015-tcu-plenário*, 2015. 24
- [40] BRASIL, Tribunal de Contas da União: *Tomada de contas 007.315/2011-tcu-plenário*, 2011. 25
- [41] Brandão, Luiz. E. T. e Eduardo C. G. Saraiva: *Risco privado em infraestrutura pública: uma análise quantitativa de risco como ferramenta de modelagem de contratos*. Revista de Administração Pública, 41(6), 2007. 25
- [42] Santos, Fabio França, Augusta Rodrigues da Silva Pinto, Lydia Moraes Arcoverde Gomes, Rodrigo Lopes Silva e José Henrique de Sousa Damiani: *Identificação de riscos em compras do setor público: um estudo de caso*. Revista de Gestão e Projetos – GeP, 2(1):69–87, 2011. 26

- [43] Chapman, Robert J.: *Simple tools and techniques for enterprise risk management*. Wiley, Reino Unido, 2011. 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 42
- [44] PMI, Project Management Institute: *Guia PMBOK: um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. PMI, EUA, 5ª edição, 2013. 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36
- [45] Labovsky, Juraj, Ludovit Jelemensky e Jozef Markos: *Safety analysis and risk identification for a tubular reactor using the hazop methodology*. Chemical Papers, 60:454–459, 2006. 28, 29
- [46] Kotler, Philip: *Marketing management*. Prentice-Hall, 2002. 30
- [47] Briozo, Rodrigo Amancio e Marcel Andreotti Musetti: *Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma unidade de pronto atendimento – upa 24h*. Gestão e Produção, São Carlos, 22(4):805–819, 2015. 44
- [48] Freitas, André Luís Policani, Cristiano Souza Marins e Daniela de Oliveira Souza: *A metodologia de multicritério como ferramenta para a tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso*. Gestão de Produção, Operações e Sistemas, (3), 2006. 44
- [49] Wernke, Rodney e Antonio Cezar Bornia: *A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais*. Revista Contabilidade e Finanças, São Paulo, 14(25):60–71, 2001. 44, 45, 61
- [50] Figueira, José, Salvatore Greco e Matthias Ehrgott: *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. Springer, Nova York, 2005. 44, 45
- [51] Jannuzzi, Paulo de Martino, Wilmer Lázaro de Miranda e Daniela Santos Gomes da Silva: *Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações*. Informática Pública, páginas 69–87, 2009. 44, 45, 46, 49
- [52] Norese, Maria Franca: *Decision aid in public administration: From evidence-based decision making to organizational learning*. Em Zopounidis, Constantin e Michael Doumpos (editores): *Multiple Criteria Decision Making: Applications in Management and Engineering*, capítulo 1, páginas 1–30. Springer, 2017. 45
- [53] Szajubok, Nadia Kelner, Caroline Maria de Miranda Mota e Adiel Teixeira de Almeida: *Uso do método multicritério electre tri para classificação de estoques na construção civil*. Pesquisa Operacional, 26(3):625–648, 2006. 45, 54, 56, 57, 69
- [54] Salomon, Valério Antônio Pamplona: *Auxílio à decisão para a adoção de políticas de compras*. Produto e Produção, 6(1):1–8, 2002. 46, 48
- [55] Miranda, Caroline Maria Guerra de e Adiel Teixeira de Almeida: *Avaliação de pós-graduação com método electre tri: o caso de engenharias iii da capes*. Revista Produção, 13(3), 2003. 46, 47, 49, 52, 54, 55, 56, 57, 68
- [56] Diehl, Carlos Alberto: *Proposta de um sistema de avaliação de custos intangíveis*. Tese de Mestrado, UFRGS, 1997. 48

- [57] Campos, Vanessa Ribeiro: *Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2011. 49, 52, 54, 55, 66
- [58] Vincke, Philippe: *Basic concepts of preference modelling*. Em Costa, Carlos A. Bana (editor): *Readings in multiple criteria decision aid*. Springer, 1990. 49, 50, 52, 53
- [59] Costa, Carlos A. Bana e Philippe Vincke: *Multiple criteria decision aid: an overview*. Em Costa, Carlos A. Bana (editor): *Readings in multiple criteria decision aid*. Springer, 1990. 49
- [60] Roy, Bernard: *Decision-aid and decision-making*. *European Journal of Operational Research*, 45:324–331, 1990. 49, 50, 52
- [61] Roy, Bernard: *The outranking approach and the foundations of electre methods*. Em Costa, Carlos A. Bana (editor): *Readings in multiple criteria decision aid*. Springer, 1990. 50, 52, 57
- [62] Roy, Bernard: *Classement et choix en présence de points de vue multiples*. *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle*, 1:57–75, 1968. 53
- [63] Mendonça, Fabrício Molica de, Carlos Eduardo Durange de Carvalho Infante e Rogério de Aragão Bastos do Valle: *Avaliação de desempenho de redes de empresas produtoras de artesanato: o caso da região de campo das vertentes em minas gerais por meio da aplicação do método electre iii*. Em *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2011. 53
- [64] Roy, Bernard: *Electre iii: Un algorithme de classements fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples*. *Cahiers de CERO*, 20(1):3–24, 1978. 54
- [65] Mousseau, Vincent e Roman Slowinski: *Inferring an electre tri model from assignment examples*. *Journal of Global Optimization*, (12):157–174, 1998. 54, 68
- [66] Costa, Helder Gomes, André Fernando Uébe Mansur, André Luís Policani Freitas e Rogério Atem de Carvalho: *Electre tri aplicado a avaliação da satisfação de consumidores*. *Revista Produção*, 17(2):230–245, 2007. 54, 55, 56, 57
- [67] Costa, Helder Gomes: *An multicriteria approach to evaluate consumer satisfaction: a contribution to marketing*. Em *VIII International Conference on Decision Support Systems*, 2005. 57
- [68] Gou, Xunjie, Zeshui Xu e Huchang Liao: *Alternative queuing method for multiple criteria decision making with hybrid fuzzy and ranking information*. *Information Sciences*, 357:144–160, 2016. 58
- [69] Saaty, R. W.: *The analytic hierarchy process: what it is and how it is used*. *Mathematical Modelling*, 9:161–176, 1987. 58, 60

- [70] Tung, S. L. e S. L. Tang: *A comparison of the saaty's ahp and modified ahp for right and left eigenvector inconsistency*. European Journal of Operational Research, 106:123–128, 1998. 60
- [71] Brans, Jean Pierre e Philippe Vincke: *A preference ranking organization method*. Management Science, 31(6), 1985. 61
- [72] BRASIL: *Decreto nº 6.101, de 26 de abril*, 2007. 63
- [73] Pereira, Valdecy, Helder Gomes Costa e Livia Dias de Oliveira Nepomuceno: *J-electre*. [https://sourceforge.net/projects/j-electre/?source=typ\\_redirect](https://sourceforge.net/projects/j-electre/?source=typ_redirect). 69
- [74] Costa, Helder e André Freitas: *Aplicação do método electre tri à classificação da satisfação de clientes: um estudo de caso em um curso de extensão universitária*. Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão, 4(4):66–76, 2005. 79
- [75] Herrera, William David Morán e Helder Gomes Costa: *Contribuições da análise multicritério à obtenção de graus de proximidade no projeto de arranjos físicos*. Revista Produto e Produção, 5(3):48–60, 2001. 79

# Apêndice A

## Critérios Relevantes para Avaliação de Riscos dos Contratos de Concessão Florestal

As enumerações contidas neste apêndice apresentam os principais riscos (critérios) identificados quando da análise dos contratos de concessão florestal firmados entre o Serviço Florestal Brasileiro (poder concedente) e particulares (concessionários florestais).

- Riscos Financeiros / Econômicos:

1. Demanda comercial e preços de venda inferiores aos estimados pelo concessionário florestal;
2. Estimativa inexata, por parte do concessionário, quanto ao *Return on Investment* (ROI). Expectativa frustrada no que concerne aos proveitos extraíveis do negócio;
3. Aumento do custo de capital do concessionário, inclusive os resultantes de aumentos das taxas de juros;
4. Variação nas taxas de câmbio;
5. Crises internacionais que afetem a economia nacional e a economia de países compradores das exportações de produtos madeireiros;
6. Perda da capacidade financeira de execução do contrato por parte do concessionário florestal;
7. Incapacidade de pagamento de valores devidos ao SFB pelo concessionário florestal;
8. Recuperação, prevenção, remediação e gerenciamento de passivo relacionado à atuação do concessionário;

9. Necessidade de investimentos, por parte do concessionário, adicionais às obrigações expressas em contrato;
  10. Necessidade de investimento pelo poder concedente;
  11. Oneração decorrente de descobertas arqueológicas/numismáticas; e
  12. Confisco e bloqueio de depósitos referentes ao indicador social em contas correntes mantidas em instituições financeiras pelo concessionário florestal.
- Riscos de Licenciamento da Atividade de Manejo Florestal:
    13. Atraso no licenciamento causado por ação/omissão do concessionário; e
    14. Atraso no licenciamento causado por ação/omissão de órgãos públicos.
  - Riscos Ambientais:
    15. Ocorrência de danos ambientais relacionados à atuação do concessionário; e
    16. Ocorrência de eventos climáticos que afetem o negócio.
  - Riscos aos Bens Reversíveis da Concessão Florestal:
    17. Perecimento, destruição, furto, perda ou quaisquer outros tipos de danos causados aos bens reversíveis.
  - Riscos da Atividade de Exploração Florestal:
    18. Prejuízos causados a terceiros, pelo concessionário ou qualquer outra pessoa física ou jurídica a ele vinculada, no exercício das atividades abrangidas pela concessão;
    19. Estimativa inexata, por parte do poder concedente, de espécies florestais constantes em inventário florestal parcial ineficiente; e
    20. Ocorrência de acidentes relacionados à atividade de exploração florestal.
  - Riscos de Área Concedida:
    21. Redução da área concedida por sobreposição a atividades econômicas reguladas pelo Estado (exemplo: mineração);
    22. Redução da área concedida por decisão judicial transitada em julgado; e
    23. Invasão da área concedida.
  - Riscos Legais:

24. Impedimento à continuidade da execução do objeto do contrato motivados por fatores imputados ao poder concedente;
  25. Mudanças normativas, no âmbito do poder concedente, que afetem diretamente os encargos e custos de produção;
  26. Extinção do contrato por interesse da administração;
  27. Inexistência de previsão acerca do equilíbrio econômico-financeiro do contrato;
  28. Falta da previsão de cláusulas que prevejam uma matriz de riscos eficiente de divisão de atribuição de responsabilidade entre as partes;
  29. Impossibilidade de execução de garantia contratual prestada pelo concessionário florestal;
  30. Modificação unilateral do contrato pelo poder concedente; e
  31. Suspensão contratual.
- Riscos de Comunicação:
    32. Debilidade de comunicação entre órgãos públicos; e
    33. Comunicação ineficiente entre as partes contratuais.
  - Riscos de Ineficiência e Imperícia:
    34. Ineficiência e imperícia do concessionário como executor do contrato de concessão florestal.
  - Riscos Antropológicos:
    35. Pleito, por comunidades tradicionais, do direito ao uso/propriedade da área concedida.

# **Apêndice B**

## **Descrição dos Critérios (Riscos) Identificados**

As tabelas descritas neste apêndice apresentam a definição acerca de cada critério (risco) identificado para os contratos de concessão florestal.

Tabela B.1: Definição dos critérios - Dimensão “Financeiros/Econômicos”.

<b>Dimensão “Financeiros/Econômicos”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explicação</b>
1. Demanda comercial e preços de venda inferiores aos estimados pelo concessionário florestal	Quando o concessionário florestal incorre em erros de estimativa quanto à demanda comercial e os preços de revenda dos produtos florestais extraíveis da concessão.
2. Estimativa inexata, por parte do concessionário, quanto ao <i>Return on Investment</i> (ROI). Expectativa frustrada no que concerne aos proveitos extraíveis do negócio	Quando o concessionário florestal incorre em uma expectativa frustrada quanto ao <i>Return on Investment</i> (ROI), derivada de erros quanto à estimativa.
3. Aumento do custo de capital do concessionário, inclusive os resultantes de aumentos das taxas de juros	Quando o concessionário verifica aumento no seu custo de capital, necessitando de mais recursos financeiros para financiar o negócio.
4. Variação nas taxas de câmbio	Variação nas taxas de câmbio que possam afetar a exportação ou os acordos estabelecidos pelos concessionários florestais.
5. Crises internacionais que afetem a economia nacional e a economia de países compradores das exportações de produtos madeireiros	Ocorrência de crises internacionais que tenham impacto na economia brasileira e na economia de países compradores das exportações, impactando no negócio do concessionário florestal.
6. Perda da capacidade financeira de execução do contrato por parte do concessionário florestal	Incapacidade do concessionário florestal em arcar com as obrigações financeiras estabelecidas nos contratos de concessão florestal e demais normativos legais.
7. Incapacidade de pagamento de valores devidos ao SFB pelo concessionário florestal	Incapacidade do concessionário florestal em cumprir com o pagamento das parcelas trimestrais resultantes da exploração florestal, com o valor mínimo anual devido e com os depósitos dos indicadores sociais.
8. Recuperação, prevenção, remediação e gerenciamento de passivo relacionado à atuação do concessionário	Incapacidade, por parte do concessionário florestal, em arcar com passivos relacionados à sua atuação.

Tabela B.1: Definição dos critérios - Dimensão “Financeiros/Econômicos” (continuação).

<b>Dimensão “Financeiros/Econômicos”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explicação</b>
9.Necessidade de investimentos, por parte do concessionário, adicionais às obrigações expressas em contrato	Ocorrência eventual da necessidade de investimos no negócio, pelo concessionário, além das obrigações expressas no contrato de concessão florestal.
10.Necessidade de investimento pelo poder concedente	Ocorrência eventual da necessidade de investimentos na concessão, pelo poder concedente, além das obrigações expressas no contrato de concessão florestal.
11.Oneração decorrente de descobertas arqueológicas/numismáticas	Oneração para as partes contratuais resultantes de descobertas arqueológicas e/ou numismáticas.
12. Confisco e bloqueio de depósitos referentes ao indicador social em contas correntes mantidas em instituições financeiras pelo concessionário florestal	Confisco e/ou bloqueio judicial dos depósitos realizados pelo concessionário florestal em conta bancária própria destinados ao cumprimento do indicador social, previsto em cláusula contratual.

Tabela B.2: Definição dos critérios - Dimensão “Licenciamento da Atividade de Manejo Florestal”.

<b>Dimensão “Licenciamento da Atividade de Manejo Florestal”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explicação</b>
1.Atraso no licenciamento causado por ação/omissão do concessionário	Atraso na aprovação do licenciamento da atividade de manejo florestal ocasionado pela ação ou omissão do concessionário florestal.
2.Atraso no licenciamento causado por ação/omissão de órgãos públicos	Atraso na aprovação do licenciamento da atividade de manejo florestal ocasionado pela mora de órgãos públicos no processo de análise ou aprovação.

Tabela B.3: Definição dos critérios - Dimensão “Ambientais”.

<b>Dimensão “Ambientais”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explanação</b>
1. Ocorrência de danos ambientais relacionados à atuação do concessionário	Danos ambientais ocasionados pela ação ou omissão do concessionário florestal.
2. Ocorrência de eventos climáticos que afetem o negócio	Ocorrência de eventos climáticos que impactem na atividade de exploração florestal, afetando o negócio.

Tabela B.4: Definição dos critérios - Dimensão “Bens Reversíveis da Concessão Florestal”.

<b>Dimensão “Bens Reversíveis da Concessão Florestal”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explanação</b>
1. Perecimento, destruição, furto, perda ou quaisquer outros tipos de danos causados aos bens reversíveis	Ocorrência de danos aos bens definidos em contrato como sendo reversíveis da concessão florestal.

Tabela B.5: Definição dos critérios - Dimensão “Atividade de Exploração Florestal”.

<b>Dimensão “Atividade de Exploração Florestal”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explanação</b>
1. Prejuízos causados a terceiros, pelo concessionário ou qualquer outra pessoa física ou jurídica a ele vinculada, no exercício das atividades abrangidas pela concessão	Ocorrência de prejuízos a terceiros resultantes da ação ou omissão do concessionário florestal, ou de qualquer outra pessoa física ou jurídica a ele vinculada, no exercício da atividade abrangida pela concessão florestal.
2. Estimativa inexata, por parte do poder concedente, de espécies florestais constantes em inventário florestal parcial ineficiente	Estimativa inexata, por parte do poder concedente, das espécies florestais constantes em inventário florestal parcial, podendo levar o concessionário a expectativas frustradas.
3. Ocorrência de acidentes relacionados à atividade de exploração florestal	Ocorrência de acidentes resultantes da atividade de exploração florestal.

Tabela B.6: Definição dos critérios - Dimensão “Área Concedida”.

<b>Dimensão “Área Concedida”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explicação</b>
1. Redução da área concedida por sobreposição a atividades econômicas reguladas pelo Estado (exemplo: mineração)	Necessidade de redução da área concedida motivada por sobreposição com outras atividades econômicas reguladas pelo Estado, como por exemplo, mineração.
2. Redução da área concedida por decisão judicial transitada em julgado	Redução da área concedida resultante de decisão judicial transitada em julgado.
3. Invasão da área concedida	Invasão da área concedida por pessoas alheias àquelas permitidas pelo concessionário florestal ou pelo poder concedente com o intuito de extrair produtos florestais.

Tabela B.7: Definição dos critérios - Dimensão “Legais”.

<b>Dimensão “Legais”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explanação</b>
1. Impedimento à continuidade da execução do objeto do contrato motivados por fatores imputados ao poder concedente	Impedimento da continuidade do objeto da concessão motivado por fatores imputados ao poder concedente.
2. Mudanças normativas, no âmbito do poder concedente, que afetem diretamente os encargos e custos de produção	Mudanças normativas, no âmbito do poder concedente, que afetem o contrato de concessão florestal, incidindo sobre encargos e/ou custos de produção.
3. Extinção do contrato por interesse da administração	Extinção do acordo jurídico por interesse do poder concedente.
4. Inexistência de previsão acerca do equilíbrio econômico-financeiro do contrato	Inexistência de cláusula contratual que verse sobre o equilíbrio econômico-financeiro do contrato.
5. Falta da previsão de cláusulas que prevejam uma matriz de riscos eficiente de divisão de atribuição de responsabilidade entre as partes	Inexistência de uma matriz de riscos no texto contratual que estabeleça a repartição de riscos entre as partes.
6. Impossibilidade de execução de garantia contratual prestada pelo concessionário florestal	Impossibilidade de execução da garantia contratual prestada pelo concessionário florestal nos casos em que o concessionário seja sancionado.
7. Modificação unilateral do contrato pelo poder concedente	Ocorrência de alteração contratual unilateral pelo poder concedente.
8. Suspensão contratual	Suspensão contratual resultante de processo administrativo.

Tabela B.8: Definição dos critérios - Dimensão “Comunicação”.

<b>Dimensão “Comunicação”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explanação</b>
1. Debilidade de comunicação entre órgãos públicos	Dificuldades encontradas quanto à comunicação entre órgãos públicos, por exemplo, SFB, IBAMA, ICMBio, MMA <i>etc.</i>
2. Comunicação ineficiente entre as partes contratuais	Dificuldades encontradas quanto à comunicação entre o poder concedente e o concessionário florestal.

Tabela B.9: Definição dos critérios - Dimensão “Ineficiência e Imperícia”.

<b>Dimensão “Ineficiência e Imperícia”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explanação</b>
1. Ineficiência e imperícia do concessionário como executor do contrato de concessão florestal	Dificuldades encontradas durante a execução contratual decorrentes de ineficiência ou imperícia do concessionário florestal.

Tabela B.10: Definição dos critérios - Dimensão “Antropológicos”.

<b>Dimensão “Antropológicos”</b>	
<b>Critério</b>	<b>Explanação</b>
1. Pleito, por comunidades tradicionais, do direito ao uso/propriedade da área concedida	Pleito, por comunidades tradicionais, do direito quanto ao uso ou à propriedade de área concedida, podendo resultar em litígios judiciais.

# Apêndice C

## Definição dos Limiares para cada Critério Identificado

Este apêndice apresenta a definição para cada uma das três categorias (alto, médio e baixo) de cada critério identificado. Designou-se, para tanto, a cor vermelha para a classe “alto”, amarela para a classe “médio” e verde para a classe “baixo”.

Tabela C.1: Definição de categorias para cada critério identificado.

1. Demanda comercial e preços de venda inferiores aos estimados pelo concessionário florestal	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	
2. Estimativa inexata, por parte do concessionário, quanto ao <i>return on investment</i> (ROI). Expectativa frustrada no que concerne aos proveitos extraíveis do negócio	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	
3. Aumento do custo de capital do concessionário, inclusive os resultantes de aumentos das taxas de juros	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	
4. Variação nas taxas de câmbio	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	
5. Crises internacionais que afetem a economia nacional e a economia de países compradores das exportações de produtos madeireiros	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	

Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
6. Perda da capacidade financeira de execução do contrato por parte do concessionário florestal	
Atraso no cumprimento das obrigações financeiras, desde que não exceda trinta por cento do valor segurado por garantia	Verde
Atraso no cumprimento das obrigações financeiras, desde que não exceda mais de trinta e menos de cem por cento do valor segurado por garantia	Amarelo
Atraso no cumprimento das obrigações financeiras, excedendo em cem por cento o valor segurado por garantia	Vermelho
7. Incapacidade de pagamento de valores devidos ao SFB pelo concessionário florestal	
Atraso no pagamento dos valores devidos ao SFB, desde que não exceda trinta por cento do valor segurado por garantia	Verde
Atraso no pagamento dos valores devidos ao SFB, desde que não exceda mais de trinta e menos de cem por cento do valor segurado por garantia	Amarelo
Atraso no pagamento dos valores devidos ao SFB, excedendo em cem por cento o valor segurado por garantia	Vermelho
8. Recuperação, prevenção, remediação e gerenciamento de passivo relacionado à atuação do concessionário	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
9. Necessidade de investimentos, por parte do concessionário, adicionais às obrigações expressas em contrato	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde

Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
10. Necessidade de investimento pelo poder concedente	
Inexistência de impacto negativo na execução do contrato	Verde
Baixo impacto negativo na execução do contrato	Amarelo
Médio ou alto impacto negativo na execução do contrato	Vermelho
11. Oneração decorrente de descobertas arqueológicas/numismáticas	
Nenhum ou baixo impacto no prosseguimento da exploração florestal	Verde
Suspensão temporária da exploração florestal ou da execução contratual	Amarelo
Suspensão temporária que acarrete grandes prejuízos ao concessionário ou poder concedente ou rescisão contratual	Vermelho
12. Confisco e bloqueio de depósitos referentes ao indicador social em contas correntes mantidas em instituições financeiras pelo concessionário florestal	
Reestabelecimento imediato do cumprimento da obrigação pelo concessionário com o depósito dos valores devidos, inclusive com acréscimo de eventuais rendimentos	Verde
Reestabelecimento, antes da autorização de repasse, do cumprimento da obrigação pelo concessionário com o depósito dos valores devidos, inclusive com acréscimo de eventuais rendimentos	Amarelo
Reestabelecimento, depois da autorização de repasse, do cumprimento da obrigação pelo concessionário com o depósito dos valores devidos, inclusive com acréscimo de eventuais rendimentos; ou impossibilidade de recomposição dos valores depositados pelo concessionário	Vermelho
13. Atraso no licenciamento causado por ação/omissão do concessionário	
Nenhum impacto nas obrigações contratuais e o concessionário cumpriu com a obrigação	Verde

de comunicação da aprovação do licenciamento ao órgão gestor	
Nenhum impacto nas obrigações contratuais, porém o concessionário não cumpriu com a obrigação de comunicação da aprovação do licenciamento ao órgão gestor	
Não cumprimento tempestivo de obrigações contratuais cujo início de cobrança se dá com a aprovação do licenciamento	
14. Atraso no licenciamento causado por ação/omissão de órgãos públicos	
Inexistência de impacto negativo na execução do contrato	
Baixo impacto negativo na execução do contrato	
Médio ou alto impacto negativo na execução do contrato	
15. Ocorrência de danos ambientais relacionados à atuação do concessionário	
Baixo impacto ambiental, podendo ser reversível em curto ou médio prazo	
Médio impacto ambiental, podendo ser reversível em curto ou médio prazo	
Alto impacto ambiental, sem possibilidade de reversão do dano ou reversão a longo prazo	
16. Ocorrência de eventos climáticos que afetem o negócio	
Baixo impacto na exploração dos produtos florestais, podendo ocasionar nenhum ou pouco prejuízo ao concessionário	
Médio impacto na exploração dos produtos florestais, podendo gerar prejuízo ao concessionário	
Alto impacto na exploração dos produtos florestais, podendo gerar prejuízos ao concessionário	
17. Perecimento, destruição, furto, perda ou quaisquer outros tipos de danos causados aos bens reversíveis	
Pequeno dano aos bens reversíveis, podendo ser revertido	

Dano médio ou alto aos bens reversíveis, podendo ser revertido	Amarelo
Dano permanente aos bens reversíveis	Vermelho
18. Prejuízos causados a terceiros, pelo concessionário ou qualquer outra pessoa física ou jurídica a ele vinculada, no exercício das atividades abrangidas pela concessão	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
19. Estimativa inexata, por parte do poder concedente, de espécies florestais constantes em inventário florestal parcial ineficiente	
Nenhum prejuízo percebido pelo concessionário	Verde
Pouco prejuízo percebido pelo concessionário	Amarelo
Médio ou alto prejuízo percebido pelo concessionário	Vermelho
20. Ocorrência de acidentes relacionados à atividade de exploração florestal	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
21. Redução da área concedida por sobreposição a atividades econômicas reguladas pelo Estado (exemplo: mineração)	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
22. Redução da área concedida por decisão judicial transitada em julgado	

Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Green
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Yellow
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Red
23. Invasão da área concedida	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Green
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Yellow
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Red
24. Impedimento à continuidade da execução do objeto do contrato motivados por fatores imputados ao poder concedente	
Impedimento temporário inferior a uma parcela trimestral	Green
Impedimento temporário superior a uma parcela trimestral	Yellow
Impedimento permanente	Red
25. Mudanças normativas, no âmbito do poder concedente, que afetem diretamente os encargos e custos de produção	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Green
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Yellow
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Red
26. Extinção do contrato por interesse da administração	
Baixo impacto para a administração pública	Green
Médio impacto para a administração pública	Yellow
Alto impacto para a administração pública	Red
27. Inexistência de previsão acerca do equilíbrio econômico-financeiro do contrato	

Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
28. Falta da previsão de cláusulas que prevejam uma matriz de riscos eficiente de divisão de atribuição de responsabilidade entre as partes	
Concretização de um risco baixo	Verde
Concretização de um risco médio	Amarelo
Concretização de um risco alto	Vermelho
29. Impossibilidade de execução de garantia contratual prestada pelo concessionário florestal	
Possibilidade de prestação de garantia suplementar ou complementar	Verde
Possibilidade de prestação de garantia suplementar ou complementar, porém com ocorrência de prejuízos colaterais	Amarelo
Impossibilidade de cobertura dos prejuízos causados à administração pública	Vermelho
30. Modificação unilateral do contrato pelo poder concedente	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
31. Suspensão contratual	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Verde
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Amarelo
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Vermelho
32. Debilidade de comunicação entre órgãos públicos	

Baixo impacto negativo na execução contratual	Green
Médio impacto negativo na execução contratual	Yellow
Alto impacto negativo na execução contratual	Red
33. Comunicação ineficiente entre as partes contratuais	
Baixo impacto negativo na execução contratual	Green
Médio impacto negativo na execução contratual	Yellow
Alto impacto negativo na execução contratual	Red
34. Ineficiência e imperícia do concessionário como executor do contrato de concessão florestal	
Capacidade plena de cumprimento das obrigações contratuais	Green
Incapacidade temporária de cumprimento das obrigações contratuais	Yellow
Incapacidade permanente de cumprimento das obrigações contratuais	Red
35. Pleito, por comunidades tradicionais, do direito ao uso/propriedade da área concedida	
Baixo impacto na execução contratual	Green
Médio impacto na execução contratual	Yellow
Alto impacto na execução contratual	Red