UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ACIR DE OLIVEIRA JUNIOR

PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO NA INVESTIGAÇÃO DE CRIME DE MOEDA FALSA COM BASE NO MÉTODO FITRADEOFF

Recife
2023

ACIR DE OLIVEIRA JUNIOR

PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO NA INVESTIGAÇÃO DE CRIME DE MOEDA FALSA COM BASE NO MÉTODO FITRADEOFF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo José Pires Ferreira.

Recife

2023

Catalogação na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

O48p Oliveira Junior, Acir de.
Proposta de modelo multicritério de apoio à decisão na investigação de crime de moeda falsa com base no método Fitradeoff / Acir de Oliveira Junior. – 2023.
122 f.: il., fig., tab.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo José Pires Ferreira.
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção. Recife, 2023.
Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia de produção. 2. MCDA. 3. SSM. 4. Ordenação. 5. Moeda falsa. 6. Investigação. 7. Polícia federal. I. Ferreira, Rodrigo José Pires (Orientador). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2023-255

ACIR DE OLIVEIRA JUNIOR

PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO NA INVESTIGAÇÃO DE CRIME DE MOEDA FALSA COM BASE NO MÉTODO FITRADEOFF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Aprovada em: 26/09/2023.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Rodrigo José Pires Ferreira (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Jônatas Araújo de Almeida (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Ricardo Pires de Souza (Examinador Externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

O agradecimento é uma virtude de reconhecer que as realizações transcendem a própria capacidade. Desta forma, começo agradecendo a Deus pela oportunidade de estar vivo, com saúde e vigor para trilhar nessa caminhada. A Ele a honra pelos fundamentos que permitem nosso desenvolvimento.

Agradeço a família que compreendeu meus afastamentos e o tempo que não vivemos juntos em função da minha dedicação a esta empreitada. Ao meu pai que tanto me incentivou a prosseguir nos estudos, depois de tantos obstáculos para chegar aqui. A minha avó que em uma singela conversa, também me incentivou a encarar esse desafio. A minha irmã que me auxiliou incontáveis vezes para que eu pudesse me dedicar aos estudos. A minha namorada a compreensão pela ausência e as palavras de incentivo. A minha mãe que, também me incentivou muito e, ainda que não possa mais ler isso, estaria muito feliz e vibrando com mais essa conquista.

Ao professor Doutor Rodrigo José Pires Ferreira pela paciência, dedicação, incentivo e disposição nessa orientação e, em destaque, pelas reuniões virtuais em momentos mais improváveis, porém sempre demonstrando disposição em atender aos meus pedidos de trazer luz às escuridões das minhas inquietações.

De forma extensiva agradeço a todos os professores deste brilhante Programa de Pós-Graduação que compartilharam seus conhecimentos e incentivaram à busca do saber, transbordando motivação por meios de aulas desafiadoras em momentos turbulentos, mas que foram superados com maestria.

Aos colegas de turma, também agradeço o convívio, ainda que de forma inusitada, superando as dificuldades naturais de um desafio como este, além da distância na realização dos trabalhos, das apresentações e tarefas.

Por fim, agradeço à Polícia Federal pela magnífica iniciativa e oportunidade de crescimento por meio dessa parceria instituída, principalmente àqueles que contribuíram para que essa iniciativa se tornasse realidade e de forma altruísta contribuíram para o nosso desenvolvimento profissional e o engrandecimento da Instituição.

RESUMO

A falsificação da moeda nacional é um problema que afeta gravemente as funções essenciais da moeda, ou seja, sua credibilidade e confiança como meio de troca e reserva de valor. Além disso, essa prática criminosa tem impactos significativos na economia e na população, especialmente nos segmentos mais desfavorecidos. Devido às limitações operacionais e financeiras das instituições de segurança pública, é necessário buscar alternativas que maximizem os esforços no combate a essa atividade ilegal, utilizando os recursos disponíveis para minimizar os impactos tanto no sistema financeiro quanto nas consequências sociais desse crime. Assim, a presente pesquisa se debruçou na temática do combate à falsificação de moedas nacionais realizado pela Polícia Federal, procurando por meio dos dados registrados somadas às experiências de policiais que já realizaram investigações dessa natureza, propor um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão, visando definir uma ordem de priorização de casos de maior relevância, não com o objetivo de restrição, mas como um referencial investigativo de modo a permitir a concentração de esforços objetivando potencializar os resultados na redução de cédulas falsas no meio circulante por meio do desmantelamento dos principais laboratórios produtores. Na fase de diagnóstico da situação-problema foi aplicada uma metodologia de estruturação de problemas conhecida como *Soft System Methodology* (SSM), que permitiu não somente perceber e melhor expressar a situação-problema, como definir um modelo conceitual que em confronto com o sistema nocional do mundo real revelou a oportunidade de propor melhorias, dentre elas a identificação de 7 (sete) critérios para melhor avaliar as alternativas. Por sua vez, o conjunto de alternativas, representadas pelas classes de falsificação, após refinamentos sucessivos, resultou num espaço de ações com 15 alternativas, de 328 iniciais. Ainda no processo de modelagem do problema foi identificada a estrutura de preferências e racionalidade do decisor, bem como escolhido o método de apoio à decisão que foi o FITradeoff. Do resultado da aplicação do método de elicitação flexível resultou o ordenamento das 15 alternativas, em que as 4 primeiras posições apresentaram robustez diante das análises de sensibilidade realizadas. As demais alternativas apresentaram grande sensibilidade diante dessa análise, justificada pela proximidade das performances dos seus critérios. O modelo proposto gera impactos econômicos ao fortalecer a credibilidade da moeda nacional por meio da redução de numerário falso em circulação, permitindo concentrar os recursos investigativos em ações com maior efetividade no combate a falsificações de maior potencial de dano à economia e à sociedade. Além disso, também é visível o impacto

social na salvaguarda dos mais suscetíveis ao minimizar danos a microempresários e estratos sociais mais necessitados, uma vez que intensificar a diminuição das falsificações no meio circulante visa resguardar esse orçamento empresarial ou familiar que é mais fragilizado diante dessa conduta criminosa.

Palavras-chave: MCDA; SSM; ordenação; moeda falsa; investigação; polícia federal.

ABSTRACT

Counterfeiting of national currency is a problem that seriously affects the essential functions of currency, that is, its credibility and reliability as a medium of exchange and store of value. In addition, this criminal practice has significant impacts on the economy and the population, especially the most disadvantaged segments. Due to the operational and financial limitations of public security institutions, it is necessary to seek alternatives that maximize efforts to combat this illegal activity, using available resources to minimize the impacts on both the financial system and the social consequences of this crime. Thus, the present research focused on the theme of combating counterfeiting of national currencies carried out by the Brazilian Federal Police, seeking through the data recorded added to the experiences of police officers who have already carried out investigations of this nature, to propose a multicriteria model to support decision making, aiming to define an order of prioritization of cases of greater relevance, not for the purpose of restriction, but as an investigative reference in order to allow the concentration of efforts aimed at enhancing the results in reducing counterfeit banknotes in the medium circulating by dismantling the main producing laboratories. In the diagnosis phase of the problem situation, a problem structuring methodology known as Soft System Methodology (SSM) was applied, which allowed not only to perceive and better express the problem situation, but also to define a conceptual model that, in comparison with the notional system of the real world revealed the opportunity to propose improvements, among them the identification of 7 (seven) criteria to better evaluate the alternatives. In turn, the set of alternatives, represented by the falsification classes, after successive refinements, resulted in a space of actions with 15 alternatives, out of 328 initial ones. Still in the process of modeling the problem, the structure of preferences and rationality of the decision-maker was identified, as well as the decision support method chosen, which was FITradeoff. The result of applying the flexible elicitation method resulted in the ordering of the 15 alternatives, in which the first 4 positions showed robustness in view of the sensitivity analyzes performed. The other alternatives showed great sensitivity to this analysis, justified by the proximity of the performances of their criteria. The proposed model generates economic impacts by strengthening the credibility of the national currency through the reduction of counterfeit cash in circulation, allowing investigative resources to be concentrated on actions that are more effective in combating counterfeits that have the greatest potential to damage the economy and society. In addition, the social impact is also visible in safeguarding the most susceptible by minimizing damage to micro-entrepreneurs and the most needy social strata, since

intensifying the reduction of counterfeits in circulation aims to safeguard this business or family budget that is most fragile in the face of this criminal conduct.

Keywords: MCDA; SSM; ordering; counterfeit money; investigation; federal police.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quantidade de novos processos de moeda falsa. 16
Figura 2 - Classes de falsificação. 26
Figura 3 - A análise de inteligência forense. 26
Figura 4 - Comparativo entre índices de detecção de cédulas falsas. 30
Figura 5 - Resumo da metodologia SSM. 39
Figura 6 - O atualizado ciclo de investigação/aprendizagem do SSM. 42
Figura 7 - Representação da situação 1. 51
Figura 8 - Representação da situação 2. 51
Figura 9 - Representação da situação 3. 52
Figura 10 - Representação da situação 4. 54
Figura 11 – Etapas e fases do procedimento. 62
Figura 12 - Sistema nocional de investigação do crime de moeda falsa – nova abordagem. 67
Figura 13 - Sistema nocional de investigação do crime de moeda falsa – antiga abordagem. 68
Figura 14 - Detalhamento do subsistema “analisar as classes de falsificação”. 71
Figura 15 - Subsistema conceitual “Analisar as classes de falsificação”. 78
Figura 16 - Exemplo de um ciclo completo de vida de uma classe. 85
Figura 17 - Análise de independência preferencial. 89
Figura 18 - Interface SAD FITradeoff da elicitação intracritério. 97
Figura 19 - Forma da função valor para o critério PRA. 97
Figura 20 - Interface SAD FITradeoff para a ordenação das constantes de escala. 98
Figura 21 - Interface SAD FITradeoff da elicitação flexível por decomposição. 99
Figura 22 - Interface SAD FITradeoff da elicitação por avaliação holística. 100
Figura 23 - Elicitação por decomposição entre os critérios QRA e NM. 101
Figura 24 – Indicação do resultado parcial de ordenação. 102
Figura 25 - Ordem completa das alternativas. 103
Figura 26 - Faixas das constantes de escala. 103
Figura 27 – Mudança de posição em % (constância (azul), variação (roxo), ±10% PRA) 105
Figura 28 - Mudança de posição em % (constância (azul), variação (roxo), ±20% PRA) 105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de processos na Justiça Federal, por tipo penal. 15
Tabela 2 - Comparativo de abordagens da pesquisa operacional. 32
Tabela 3 - Confronto modelo conceitual com a realidade. 77
Tabela 4 - Objetivos, critérios, tipo e direção de preferência. 79
Tabela 5 – Níveis do critério tipo de impressão. 83
Tabela 6 - Premissas do modelo. 92
Tabela 7 – Extrato da planilha nos campos de definições dos critérios. 96
Tabela 8 - Perguntas e respostas do decisor no processo elicitatório por decomposição. 102
Tabela 9 - Mudança de posição da alternativa em % (±10% PRA). 121
Tabela 10 – Posição ocupada no ranque em % (±10% PRA). 121
Tabela 11 - Mudança de posição da alternativa em % (±20% PRA). 122
Tabela 12 – Posição ocupada no ranque em % (±20% PRA). 122

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 Justificativa 16
1.2 Objetivos do trabalho 17
1.2.1 Objetivo Geral 17
1.2.2 Objetivos Específicos 17
1.3 Estrutura da Dissertação 18
1.4 Metodologia 18
2 BASE CONCEITUAL 21
2.1 Crime de falsificação de moeda 21
2.2 Visão geral da abordagem de modelagem da Pesquisa Operacional 31
2.3 Métodos de estruturação de problemas e a abordagem *Soft System Methodology* 34
2.4 Métodos multicritérios de apoio à decisão e a abordagem FITradeoff 43
2.5 Revisão de literatura 55
3 PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES POLICIAIS NO COMBATE AO CRIME DE MOEDA FALSA 61
3.1 Construção de modelos 61
3.2 Proposta de modelo multicritério 63
3.2.1 Estudo da situação e expressão da situação-problema 65
3.2.2 Definições essenciais 73
3.2.3 Modelo conceitual e identificação dos múltiplos objetivos e critérios associados 76
3.2.4 Identificação de fatores não controlados 88
3.2.5 Modelagem de preferências 89
3.2.6 Análise de racionalidade e método escolhido 90
3.2.7 Premissas do modelo proposto 91
4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MODELO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO 93
4.1 Espaço de ações e matriz de consequências 93
4.2 Avaliação intracritério 95
4.3 Avaliação intercritério 98

4.4 Avaliar as alternativas 99
4.5 Análise de sensibilidade 104
4.6 Análise dos resultados e elaboração de recomendação 106
4.7 Implementação da decisão 108
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 110
5.1 Análise e conclusões da pesquisa 110
5.2 Limitações e sugestões para trabalhos futuros 113
REFERÊNCIAS 114
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA 119
APÊNDICE B – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE ... 121
APÊNDICE C – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE .. 122

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos séculos e em diversas civilizações, vários objetos como pedras, conchas, especiarias, gado, e diversos metais foram usados como símbolos de valor para fins comerciais. Contudo, foi somente a partir do século XVII que o papel impresso passou a ser o principal meio para transações diretas. Quando Marco Polo voltou da China no século XIII e contou sobre o uso de papel-moeda como dinheiro, ele foi visto com desconfiança no Ocidente, onde o comércio era baseado em moedas, produtos agrícolas e serviços. No entanto, o uso de papel-moeda já era comum na China por séculos, datando da dinastia T'ang. O uso de papel-moeda na China perdurou até o final do século XIV, durante as dinastias Ming, após o que seu uso foi abandonado. Esse uso exclusivo de papel-moeda por longos séculos na China seria justificado pelo governo centralizado que impunha sua aceitação e desencorajava fontes alternativas de valor pessoal. Por outro lado, no Ocidente, o papel-moeda apareceu pela primeira vez em resposta a emergências como a falta de moedas. Na Suécia, em 1661, a falta de prata forçou o surgimento do papel-moeda, mas o uso desse novo instrumento foi recebido com desconfiança e medo de que a riqueza do país, agora excessivamente portátil, escapasse rapidamente para o exterior. Alguns anos depois, o papel-moeda foi introduzido na América do Norte quando houve um atraso no envio do pagamento dos soldados no Canadá. As autoridades tiveram que monetizar e distribuir cartas de baralho (que era o papel de melhor qualidade disponível na época). Essas cartas eram impressas com valores monetários, selos oficiais e assinaturas no lugar dos pagamentos normais na moeda do reino (SURRENCY; PAGANO; CHURCH, 2000).

Assim, o dinheiro surgiu como uma forma padronizada de pagamento por produtos e serviços, tornando-se comum o seu uso e, junto a isso, veio a falsificação que sempre foi um crime que gerou grandes lucros para indivíduos e grupos criminosos. Com o aumento da demanda e a aceitação da moeda além dos mercados locais, as oportunidades se ampliaram para os falsificadores. Com o tempo, a falsificação evoluiu para formas mais graves e tem sido usada como uma forma de guerra econômica. O primeiro instrumento jurídico internacional, em que o Brasil é um dos signatários, que trata da moeda falsa é a *International Convention for the Suppression of Counterfeiting Currency*, assinada em Genebra, em 20 de abril de 1929, na *Currency Counterfeiting Convention* (CCC 1929). Esta convenção, é um instrumento específico, legal, internacional e vinculante para lutar contra a falsificação de moeda (FATF, 2013).

No Brasil, o crime de moeda falsa é tipificado no artigo 289, caput, do Código Penal (BRASIL, 1940), que o descreve como falsificar, fabricando ou alterando, moeda metálica ou papel-moeda de curso legal no país ou no estrangeiro. O bem jurídico tutelado, no caso do crime de moeda falsa, é a fé pública ou a confiança coletiva que deve existir na moeda circulante, ou seja, deve o Estado manter protegida a credibilidade que a circulação monetária exige, como fator de estabilidade econômica e social (BRASIL, 2020).

Vale ressaltar que a falsificação pode afetar a demanda por moeda por meio da perda de confiança no uso da moeda. Por exemplo, a falsificação pode afetar as funções de uma moeda como reserva de valor e meio de troca, pois é a percepção do risco que afeta a confiança. A confiança enfraquece se o público perceber que existe um risco maior de aceitar uma falsificação como pagamento sem saber. Por exemplo, uma maior cobertura da mídia sobre a atividade de falsificação pode aumentar a percepção do risco de falsificação, mesmo que o nível de atividade de falsificação seja baixo (VILES; RUSH; ROHLING, 2015).

No caso dos sujeitos do crime, temos que o sujeito ativo é qualquer pessoa que comete as condutas tipificadas no *caput* e no parágrafo 1º do art. 289, CP: falsificar, alterar, fabricar, importar, exportar, adquirir, vender, trocar, ceder, emprestar, guardar ou introduzir em circulação moeda falsa. Já o sujeito passivo é o Estado e, secundariamente, a pessoa, física ou jurídica, prejudicada pela conduta.

A pena para o crime de moeda falsa é de reclusão de 3 a 12 anos, além de multa. No caso da pessoa que recebe de boa-fé a moeda falsa, porém reintroduz em circulação dolosamente, a punição prevista é de 6 meses a 2 anos de detenção e multa. Agora, se o agente for funcionário público a pena é de 3 a 15 anos de reclusão.

A emissão de moeda é uma atividade exclusiva da União e o crime de falsificação é de competência da Justiça Federal, sendo investigado, portanto, pela Polícia Federal. Nos casos em que a falsificação é grosseira, comprovada por laudo de perícia criminal, o crime será qualificado como estelionato, recaindo a competência para a Justiça Estadual, com investigação conduzida pelas Polícias Civis. Esse é o entendimento da Súmula 73 do STJ que pacifica que a utilização de papel moeda grosseiramente falsificado configura, em tese, o crime de estelionato, da competência da Justiça Estadual (BRASIL, 1993).

A incidência desse tipo criminal é alta no país (Tabela 1) e conforme dados analisados a partir do Painel Justiça em Números (BRASIL, 2021b), entre os anos de 2019 e 2021, o crime de moeda vem se mantendo na 4ª posição com o maior número de novos processos na Justiça Federal de todo o Brasil, mantendo-se atrás apenas de contrabando ou descaminho, estelionato e uso de documento falso. No ano de 2021, mesmo havendo um número

expressivo de novos processos relacionados a Crimes de Lavagem ou Ocultação de Bens, Direitos ou Valores, o crime de moeda falsa se manteve na 4ª posição, ultrapassando “uso de documento falso” em número de novos processos.

Tabela 1 – Quantidade de processos na Justiça Federal, por tipo penal.

Tipo Criminal	**2019**	**2020**	**Tipo Criminal**	**2021**
Contrabando ou descaminho	35.754	28.568	Crimes de Lavagem ou Ocultação de Bens, Direitos ou Valores	79.970
Estelionato Majorado	21.673	15.877	Contrabando ou descaminho	28.427
Uso de documento falso	8.815	7.715	Estelionato Majorado	11.272
Moeda Falsa / Assimilados	7.584	6.183	Moeda Falsa / Assimilados	5.978

Fonte: Brasil (2021b).

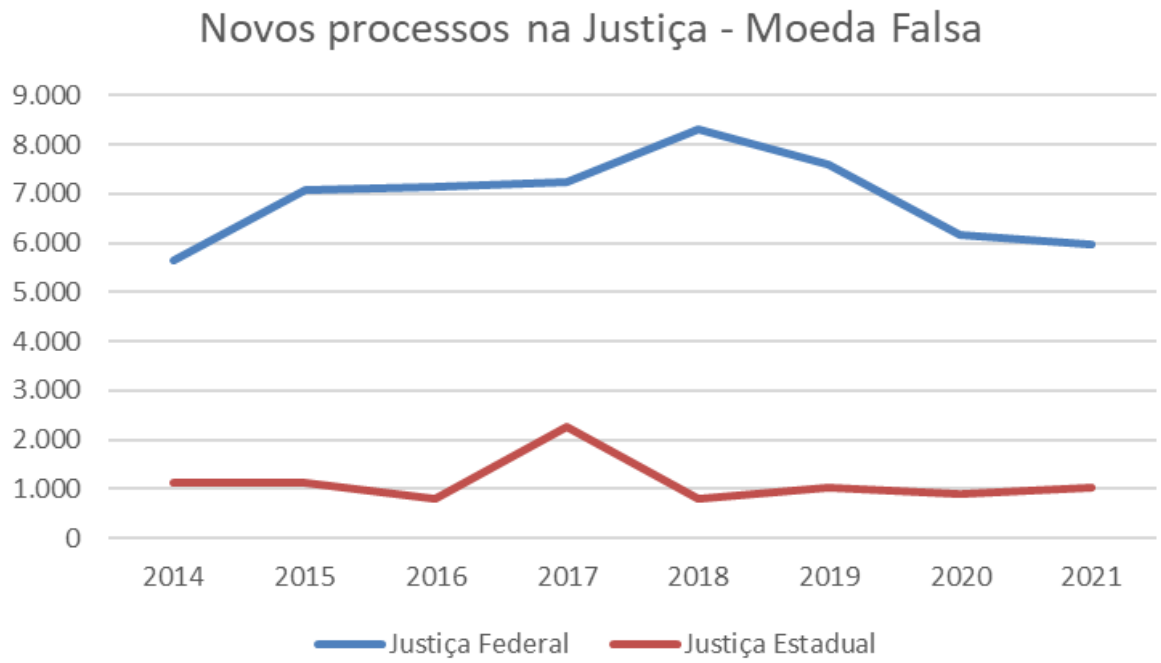
Na divisão de competências, os números também mostram que a Justiça Federal é que comporta a maior parte dos novos processos relacionados a esse tipo de crime. Nos dados fornecidos pelo painel da Justiça em Números (BRASIL, 2021b), nota-se que, historicamente, entre os anos de 2014 e 2021, a Justiça Federal recebeu entre 80% e 90% dos novos processos de crime de moeda falsa, ficando o restante para a Justiça Estadual (Figura 1). Esses números apenas reforçam a responsabilidade do trabalho da Polícia Federal que detém, como já mencionado, a competência para investigar criminalmente esses casos na jurisdição da Justiça Federal.

O *Financial Action Force Task* (FATF) é um órgão intergovernamental independente que desenvolve políticas para combater a lavagem de dinheiro, o financiamento do terrorismo e a proliferação de armas de destruição em massa. O FATF (2013) emitiu recomendações em 2003, incluindo a "falsificação de moeda" como um dos crimes subjacentes a essas práticas criminosas. A falsificação de moeda é um fenômeno global lucrativo, frequentemente associado a atividades criminosas como tráfico de drogas e extorsão. Os falsificadores adaptam-se às mudanças nos *designs* das moedas e nos recursos de segurança, usando novas tecnologias e se motivam para produzir moedas falsas sob quatro diferentes contextos: uso pessoal, venda para ganhos ilegais, financiamento do terrorismo e, até mesmo, como meio de guerra econômica por governos ou grupos terroristas.

No Brasil, não se observou, até então, o uso de moeda falsa para financiamento de terrorismo, nem tão pouco em um contexto de guerra econômica. O que se observa, dentro das investigações realizadas que o uso de moeda falsa está relacionado a um indivíduo ou

grupos criminosos que buscam por meio dessa atividade ilícita ganhos financeiros atuando dentro do território nacional.

Figura 1 – Quantidade de novos processos de moeda falsa.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Diante desse cenário, a presente pesquisa procura apresentar um modelo multicritério de apoio à decisão de modo a contribuir para o processo de tomada de decisão na priorização dos casos relacionados à falsificação da moeda nacional que tenham maior relevância e impacto para a sociedade, buscando com isso, identificar os laboratórios de falsificação de tenham maior potencial lesivo para a economia e para a população que faz uso do numerário em espécie.

1.1 Justificativa

Os órgãos policiais enfrentam uma realidade de crescente demanda de suas atividades em função de suas atribuições legais, além de uma cobrança por efetivos trabalhos de inteligência que venham a combater as organizações criminosas. Junte-se a isso, as limitações operacionais desses órgãos e, dentro delas, cabe um destaque especial a defasagem de recursos humanos, problema esse que não se resolve a curto prazo, além das restrições orçamentárias do sistema público.

Desta feita, para o enfrentamento dessa realidade, torna-se imperioso buscar formas de, com os meios disponíveis, otimizar os trabalhos objetivando melhores resultados. Nesse diapasão, a presente pesquisa se debruçou na temática do combate à falsificação de moedas nacionais realizado pela Polícia Federal Brasileira, procurando por meio dos dados registrados, sistematizar a interpretação dessas informações que, somadas às experiências de policiais que já realizaram investigações dessa natureza, estruturar um processo que sirva de apoio à tomada de decisões, especialmente na priorização de casos de maior relevância de forma a permitir a concentração de esforços objetivando maximizar os resultados na redução de cédulas falsas no meio circulante, a partir do desmantelamento dos principais laboratórios produtores.

1.2 Objetivos do trabalho

1.2.1 Objetivo Geral

Pretende-se com a presente pesquisa estruturar propor um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão no momento de priorização dos esforços no desmantelamento de quadrilhas especializadas na falsificação de moedas e, com isso, minimizar os impactos para o sistema financeiro e social que esta conduta criminosa provoca.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos pretende-se:

- Estruturar o problema: identificar os fatores que influenciam o processo investigativo e buscar a definição de quais critérios podem auxiliar nas tomadas de decisões;
- Levantar estudos anteriores: pesquisar estudos que exploraram problemáticas semelhantes à abordada nesta pesquisa, ou seja, segurança pública, fazendo uso de métodos de estruturação de problemas ou métodos multicritérios para apoio à tomada de decisão.
- Criar um modelo de apoio à decisão: modelar o problema de decisão de modo mais aderente à realidade, sem, contudo, enrijecer cognitivamente o modelo o que tornaria inviável a sua aplicação.
- Aplicar o modelo e propor a implementação na Polícia Federal: testar o modelo proposto, a partir de dados reais, e aprovar sua aplicabilidade para implementar como modelo institucional de apoio à decisão nos casos de repressão da prática delituosa de moeda falsa.

1.3 Estrutura da Dissertação

A dissertação foi desenvolvida em 5 capítulos. No primeiro temos a introdução, que trata da descrição do que seria o crime de falsificação de moeda, demonstrando dados do sistema jurídico brasileiro acerca da ocorrência anual de novos processos desse tipo criminal, discorrendo suscintamente sobre as consequências dessa prática criminosa, além da necessidade de priorização do esforço investigativo.

No capítulo dois, é realizada breve descrição da fundamentação teórica do trabalho, abordando o contexto da pesquisa (crime de moeda falsa), especificamente a estruturação de problemas e o uso de métodos multicritérios de apoio à decisão. Neste mesmo capítulo é apresentada a revisão de literatura que indica os trabalhos que apresentam alguma relação com a presente pesquisa e que contribuem no arcabouço científico do tema sob estudo.

No capítulo três, uma proposta de modelo multicritério de apoio à decisão nas investigações de crime de moeda falsa é apresentada, com base no método FITradeoff e usando o SSM para estruturação da problemática.

No capítulo quatro, um estudo de caso é apresentado, desde a aplicação de um método de estruturação de problemas na realização de diagnósticos e definição de critérios até a modelagem de preferência do decisor, escolha do método multicritério, construção da matriz consequências e a aplicação do modelo ao caso concreto.

Por fim, no quinto capítulo, são destacadas as principais contribuições da pesquisa, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

1.4 Metodologia

A presente pesquisa tem uma abordagem qualitativa, buscando entender o fenômeno da investigação de moeda falsa e, *a priori*, como os casos investigados são escolhidos. A estratégia de coleta de dados foi por meio de entrevistas com policiais federais e colaboradores que trabalham diretamente no combate à falsificação de moedas (Apêndice A). Para isso, foram escolhidos policiais que trabalham tanto da Unidade Especial de Repressão à Falsificação de Moeda e Documentos Federais (UERF) como no Serviço de Perícias Documentoscópicas (SEPDOC) ou, ainda, policiais que tiveram passagens nessas unidades e participaram desse trabalho investigativo.

A entrevista foi realizada por meio de questionário semiestruturado (Apêndice A), enviado aos participantes por meio de um aplicativo de gerenciamento de pesquisas, permitindo, assim, o registro e a posterior análise dos dados. Como a pesquisa qualitativa

concentra-se no processo que está ocorrendo e, também, no produto ou no resultado, o interesse se volta, particularmente, em entender como as coisas ocorrem (CRESWELL, 2014). Assim, a partir dos dados coletados associados aos métodos de estruturação de problemas, buscou-se compreender o *status quo* e verificar as oportunidades de melhoria, visando a elaboração de um processo de tomada de decisão.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois a partir do entendimento de como se dá a escolha dos casos investigados pela Polícia Federal de combate à falsificação da moeda nacional, após a estruturação dessa problemática e a identificação das variáveis influenciadoras, a pesquisa objetiva propor um modelo multicritério, com bases científicas, que suporte o processo decisório de priorização dos casos de maior relevância, considerando dados reais, visando otimizar os esforços investigativos e alcançar resultados mais expressivos no desmantelamento de laboratórios de falsificação.

Quanto à análise dos dados a pesquisa foi exploratória, pois buscou alcançar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, aprimorando ideias ou descobrindo intuições (GIL, 2018). Isso tem o objetivo de melhor compreender o atual processo investigatório de falsificações da moeda nacional executado pela Polícia Federal, buscando sistematizar a análise dos dados disponíveis a fim de estruturar um processo decisório que otimize o trabalho. Como nessas investigações o volume de informações é vultoso, pode-se chegar a um momento que se torna difícil a avaliação, dentre diversas opções possíveis, qual deve ser o próximo caminho a ser percorrido pela Polícia. Por isso, a importância de entender o contexto em que o procedimento investigatório ocorre, bem como entender o contexto do decisor no problema de ordenação das possibilidades investigatórias.

Assim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, como forma de compreender os métodos aplicáveis ao caso, seja para a estruturação do problema, seja para modelar um procedimento de apoio à decisão (MCDA), utilizando, para isso, livros e artigos científicos que tivessem relação com o objeto da presente pesquisa.

Outro procedimento utilizado, parcialmente, foi o estudo de caso. Um estudo de caso é deliberado e centralmente concebido para iluminar uma decisão, uma política ou uma prática e será útil à medida que se pode relacionar seus próprios problemas de decisão àqueles estudados, procurando entender do porquê foram tomadas aquelas decisões, como foram implementadas e com que resultado (SCHRAMM, 1971). Assim, a presente pesquisa buscou entender os fatores que podem influenciar uma tomada de decisão, bem como modelar as preferências do tomador de decisão em um processo decisório que ordena as prioridades do esforço investigativo, dentro do contexto da Polícia Federal brasileira e para o caso específico

de investigação de laboratórios produtores de moeda falsa. Como mencionado, o procedimento de estudo de caso foi aplicado parcialmente, pois não é objeto do presente estudo a implementação e a observação dos resultados alcançados a partir da decisão modelada, pois tais etapas serão apenas apresentadas como sugestão à Polícia Federal.

2 BASE CONCEITUAL

Neste capítulo abordaremos aspectos teóricos que abrangem diversas dimensões, destacando, inicialmente, o crime de falsificação de moeda. Este fenômeno é contextualizado em termos de suas definições e repercussões no cenário mundial, destacando a importância do combate a essa prática criminosa. Uma análise aprofundada é conduzida sobre o papel desempenhado pela Polícia Federal no enfrentamento dessa ameaça, evidenciando estratégias e ações implementadas. Busca-se, em paralelo, uma visão abrangente da abordagem de modelagem da Pesquisa Operacional (PO), diferenciando entre as vertentes PO *Hard* e *Soft*.

Dentro desse escopo, é apresentada a necessidade da estruturação de problemas, com enfoque na *Soft Systems Methodology*, enriquecendo a compreensão da construção do processo decisório, culminando na análise dos métodos multicritérios de apoio à decisão, em que se destaca a abordagem FITradeoff, oferecendo uma perspectiva inovadora e flexível para lidar com dilemas complexos. Por fim, apresentamos uma revisão de literatura em que se concentra em trabalhos de decisão multicritérios na área de segurança pública, promovendo uma análise crítica dessas contribuições e delineando a lacuna que esta pesquisa busca preencher.

2.1 Crime de falsificação de moeda

A falsificação, por definição, é uma cópia deliberada e intencional de uma entidade genuína, realizada para enganar o destinatário, fazendo-o acreditar que a entidade recebida é autêntica (UPADHYAYA; SHOKEEN; SRIVASTAVA, 2019).

Os crimes de falsificação de moeda têm um impacto significativo no sistema político e econômico de um país, desafiando a soberania e afetando a estabilidade econômica. Embora possam causar danos financeiros relativamente menores em comparação com outras atividades criminosas, a falsificação tem o potencial de minar a confiança na moeda. A melhoria das técnicas de impressão digital facilita o negócio da falsificação, tornando-o acessível a qualquer pessoa com conhecimentos básicos de informática. Com impressoras e software baratos e sofisticados, a falsificação se torna uma atividade lucrativa, fácil e oportunista (FATF, 2013).

Existem duas formas de definir o dinheiro falso: o dinheiro apreendido, que é interceptado antes de entrar em circulação, e o dinheiro passado, que é descoberto quando já está em circulação e pode causar grandes perdas para o público em geral. Portanto, uma vez que a falsificação é uma das principais ameaças à moeda, é fundamental direcionar o foco

para a detecção da integridade da moeda de acordo com os padrões estabelecidos (UPADHYAYA; SHOKEEN; SRIVASTAVA, 2019).

Apesar de os formuladores de políticas governamentais adotarem uma política de tolerância zero para a falsificação de dinheiro, a incidência de notas falsas permanece e ainda é uma ameaça. Cada nota possui diversos recursos de segurança que a tornam mais resistente à falsificação, sendo fundamental a atualização periódica desses recursos para minimizar a incidência de falsificação e, assim, dificultar suas cópias e tornar a autenticação das notas genuínas mais fácil e eficiente (UPADHYAYA; SHOKEEN; SRIVASTAVA, 2019).

As cédulas falsificadas reduzem o valor do dinheiro real e o aumento da oferta monetária não é uma solução viável, pois pode levar à inflação (MONNET, 2005; UPADHYAYA; SHOKEEN; SRIVASTAVA, 2019). Essa falsificação tem um impacto tangível e intangível que afeta tanto o indivíduo como a organização empresarial, e, consequentemente, a economia da nação. As falsificações trocadas falsamente por bens e serviços resultam na transferência de riqueza de agentes privados, sejam famílias ou empresas, para falsificadores. Se uma falsificação passar mais de uma vez em circulação, a perda será suportada pelo último detentor da falsificação (VILES; RUSH; ROHLING, 2015). Por isso, a falsificação de moeda afeta as duas principais funções de uma moeda oficial: a credibilidade e a confiança como reserva de valor e meio de troca. Isso porque, o aumento de falsificações pode gerar a insegurança na população no uso daquela moeda como meio de pagamento, fazendo-a cair em descrédito e, consequente declínio na demanda geral por cédulas (VILES; RUSH; ROHLING, 2015).

Em geral, famílias de baixa renda usam mais dinheiro do que outros métodos de pagamento e podem estar expostas a perdas por fraude por falsificação mais do que outras famílias (VILES; RUSH; ROHLING, 2015). Além disso, o impacto é muito maior no orçamento familiar comparado a uma família que tenha proventos maiores. Considerando que no Brasil sete em cada dez trabalhadores tinham renda de até dois salários-mínimos no 3º trimestre do ano de 2022 (ALBUQUERQUE, 2022), pode-se perceber, dentro de uma análise de custo social, o quanto é prejudicial as consequências dessa atividade criminosa para a maioria da população brasileira.

Para negócios de baixa margem, é possível que a perda de recebimento de uma falsificação exceda os lucros diários. Principalmente as pequenas empresas, os supermercados e os comércios locais que, geralmente, trabalham com uma margem de lucro menor. Se os pagamentos de serviços e produtos forem com dinheiro falso, o faturamento esperado não existirá, pois será constituído de moeda falsa, revertendo-se, assim, em prejuízo (VILES;

RUSH; ROHLING, 2015). Logo, uma vez que a margem de lucro é reduzida, tal empreendimento terá maior dificuldade em recuperar os prejuízos advindos dos pagamentos com moeda falsa, pois necessitariam realizar um maior número de vendas para buscar uma compensação financeira ou, ainda, aumentar os preços dos seus produtos/serviços, o que poderá afastar a clientela. Assim, dentro de uma análise de custo econômico, essa atividade criminosa prejudica as organizações empresariais.

Ainda dentro dessa análise econômica, cabe destacar que o aumento da circulação de moeda falsa, que poderia se considerar como aumento de emissão de moeda, acarretará aumento inflacionário, pois quanto maior a quantidade de dinheiro circulante frente à oferta de produtos e serviços, estes tendem a um acréscimo de valor, enquanto a moeda desvaloriza (MONNET, 2005).

A produção e circulação de notas falsas envolve diferentes operadores, especialmente no caso de organizações criminosas (FATF, 2013). A falsificação de moeda geralmente é maior quando novas moedas são emitidas, aproveitando a falta de conhecimento do público sobre a aparência das novas notas (SHINOHARA, 2021). Além disso, as cédulas de maior valor de face também são a preferência dos falsificadores.

A cadeia de falsificação de notas começa com o produtor, que fabrica as notas falsas, seguido pelos distribuidores que negociam grandes quantidades para revendê-las no mercado. Os varejistas compram em menor quantidade e vendem para os potenciais compradores, enquanto as "mulas" são responsáveis por introduzir as notas falsas na economia. Cada etapa da cadeia tem um papel específico e recebe uma parcela dos lucros, seja na forma de comissão ou desconto sobre o valor da moeda falsa. O valor da comissão ou desconto varia em cada etapa, levando em consideração a qualidade da falsificação e o nível de risco associado. No final, a moeda falsificada é vendida com um desconto para o usuário final que varia de 25% a 35%, ou seja, moeda falsificada equivalente a US$ 100 seria vendida ao usuário final por US$65 a US$75 (FATF, 2013).

Os métodos usados para a colocação de cédulas falsas no meio circulante são numerosos e variam. Em pesquisa realizada pela FATF (2013) os países respondentes indicaram que os métodos mais comuns são a mistura de notas falsas com verdadeiras e a compra de mercadorias de baixo valor, pois o risco de detecção por esses métodos é baixo e, portanto, preferido pelos criminosos. Outros dois métodos citados é a venda direta, como ocorre em meios on-line, para potenciais interessados e a mistura de cédulas falsas em negócios que envolvam maiores volumes de dinheiro em espécie.

Uma forma de entender a decisão de uma pessoa de produzir notas falsas é como uma balança entre os benefícios esperados e os custos esperados da produção. Nessa estrutura simplificada, os custos esperados para um falsificador incluem a probabilidade de ser detectado multiplicada pelo tamanho da penalidade, caso seja pego, além dos custos de produção. Os benefícios esperados de um falsificador podem ser pensados como a probabilidade de evitar a detecção multiplicada pelo ganho que as notas falsas produzidas irão gerar (VILES; RUSH; ROHLING, 2015).

Assim, a estrutura de análise mencionada indica que medidas para aumentar os custos esperados ou diminuir os benefícios esperados da falsificação podem reduzir a incidência de falsificação. Aumentar a probabilidade de detecção aumenta os custos esperados do falsificador e diminui os benefícios esperados. Por exemplo, a introdução de novos recursos de segurança em uma nova série de notas tornaria a produção de falsificações mais difícil e aumentaria a probabilidade de detecção. Além disso, campanhas de conscientização pública aumentam a probabilidade de detecção e são uma estratégia de comunicação crítica usada na Austrália, por exemplo. Por fim, o aumento da alocação de recursos policiais para detectar a falsificação também atua como um fator dissuasor (VILES; RUSH; ROHLING, 2015).

Essa percepção também é compartilhada por Monnet (2005) em que o desestímulo à falsificação pode advir do aumento de informação e a formação sobre os elementos de segurança das notas, seguido de ações de aplicação da lei por meio do trabalho policial e, por fim, indica que o Banco Central deve atualizar os recursos de segurança das notas.

Os custos de prevenção advindos de ações de um Banco Central incluem a realização de pesquisas para aprimorar os recursos de segurança das notas, o desenvolvimento e a emissão de novas séries de notas, o monitoramento e a análise de atividades de falsificação, a realização de programas de informação para o público e a polícia sobre a detecção de falsificações e o desenvolvimento de programas em parceria com a polícia para dissuadir a falsificação. Todos esses custos são necessários para manter a integridade da moeda e reduzir a incidência de falsificações. A falta de esforços de aplicação da lei, educação e conscientização do público e produção de cédulas seguras pode levar a um aumento da falsificação (VILES; RUSH; ROHLING, 2015).

Em relação aos custos envolvidos na prevenção da falsificação com a aplicação da lei, incluem-se o policiamento e as despesas judiciais necessárias para o combate às operações de falsificação. Como os órgãos policiais geralmente têm recursos limitados, a escolha de onde alocar esses recursos pode ter um custo de oportunidade significativo. Por exemplo, a prevenção da falsificação pode levar a uma alocação menor de recursos para investigar outras

atividades criminosas. No entanto, a aplicação da lei também pode ser complementar, e não substituta, em relação a outras atividades criminosas. Na Austrália, por exemplo, houve operações de apreensões de drogas ilegais ou episódios de crime organizado que também resultaram em apreensões de notas falsas (VILES; RUSH; ROHLING, 2015).

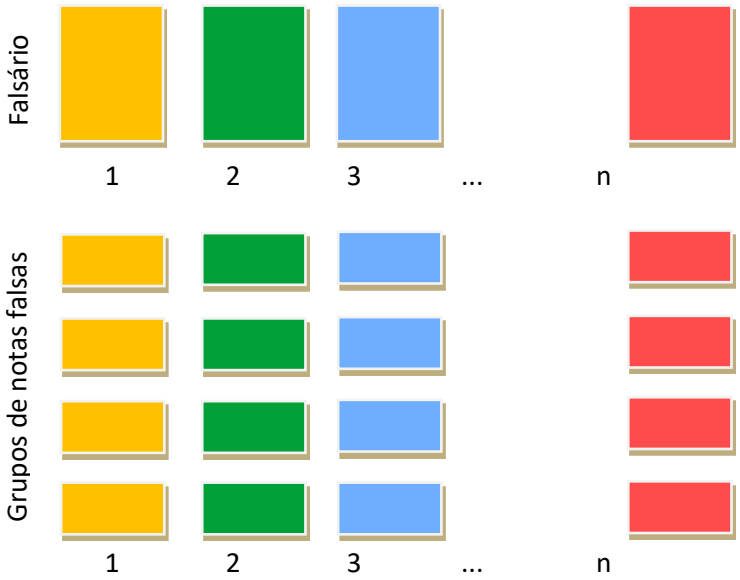
No Brasil, desde 2006, existe um Acordo de Cooperação Técnica e Operacional entre a Polícia Federal brasileira (PF) e o Banco Central do Brasil (BACEN), visando o desenvolvimento de projetos e atividades que coíbam a falsificação da moeda nacional. Uma dessas atividades, desenvolvida pelo Grupo de Trabalho Técnico (GTT-PF-BACEN), trata-se da análise dos principais tipos de falsificação com o objetivo de sugerir ações para o seu combate e o Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal é responsável pela coordenação e a execução das análises periciais relativas às cédulas e moedas nacionais falsas.

Dessa forma, ao apreender uma cédula suspeita, realiza-se, inicialmente, uma análise pericial para determinar sua autenticidade, isto é, se é genuína ou falsificada. O segundo tipo de exame de notas suspeitas (determinadas como falsificadas) pode ser caracterizado como análise de inteligência forense. Isso é feito com o objetivo principal de determinar se várias falsificações compartilham a mesma fonte ou não (ou seja, se vieram de um falsificador). Particularmente, no que diz respeito à falsificação na era digital, é importante determinar se a falsificação está sendo feita em pequena escala por falsificadores ocasionais ou por falsificadores experientes. O terceiro tipo de exame é uma avaliação do valor da evidência. Quando um suspeito é encontrado e os materiais e dispositivos são apreendidos (petrechos), as autoridades policiais ou judiciárias solicitam perícias para determinar se os materiais apreendidos foram usados para a produção das falsificações em questão (FÜRBACH, 2016).

Ainda segundo Fürbach (2016), essa abordagem de inteligência forense para a falsificação de cédulas é baseada nas seguintes premissas:

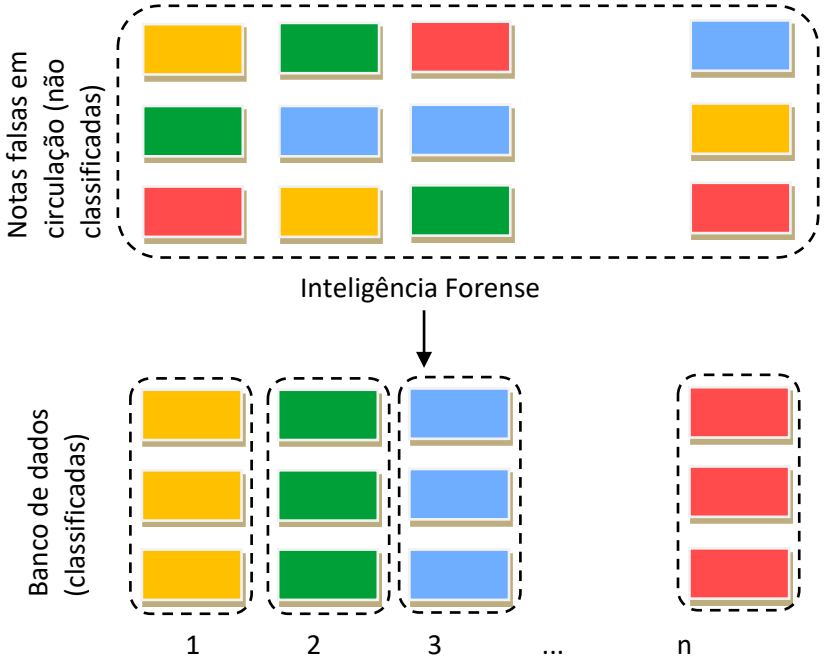
1. Um determinado falsificador produz o mesmo tipo de falsificações com a mesma qualidade (a intravariabilidade é muito baixa). Isso permite que as falsificações de um falsificador sejam vinculadas de acordo com suas características compartilhadas.
2. Diferentes falsificadores produzem falsificações de forma diferente. As falsificações produzidas pelo Falsificador 1 são diferentes das falsificadas produzidas pelos falsificadores 2, 3,…n (a intervariabilidade é idealmente muito alta) (Figura 2).
3. As falsificações apreendidas ou colocadas em circulação podem ser facilmente classificadas em classes particulares (e essas classes correspondem aos falsificadores) (Figura 3).

Figura 2 - Classes de falsificação.



Fonte: Adaptada de Fürbach (2016).

Figura 3 - A análise de inteligência forense.



Fonte: Adaptada de Fürbach (2016).

A falsificação de cédulas está sendo cada vez mais impactada pela tecnologia de impressão, e em certos países, apenas as técnicas de falsificação mais recentes, que fazem uso das novas tecnologias de impressão, são encontradas. Essas tecnologias são empregadas tanto por amadores quanto por falsificadores experientes que compartilham informações através da internet e isso afeta diretamente a análise de inteligência forense, que busca determinar se as

falsificações têm origens similares, o que se exige estudar constantemente o estado atual da arte.

Assim, esse exame pericial minucioso das falsificações resulta em agrupamentos atrelados a falsificadores que são designados como *classe* que é um conjunto de cédulas falsas, de uma só denominação e de mesma família, que guardam entre si características físicas e gráficas semelhantes e indicam uma fonte de produção comum. Essas informações são registradas nos laudos periciais criminais elaborados pelas unidades técnico-científicas da Polícia Federal, bem como pelo Serviço de Perícias Documentoscópicas do Instituto Nacional de Criminalística, ficando armazenadas no Sistema de Gestão Nacional de Criminalística. Anualmente, em média, 4.000 laudos documentoscópicos de análise de moeda (cédula do Real) são registrados, tornando-se fonte relevante de dados e, segundo informações do painel de *business intelligence* da Polícia Federal, encontram-se ativas 328 classes de falsificação no Brasil[1].

Ao longo desses anos, o procedimento adotado pela Polícia Federal diante da apreensão de qualquer numerário falso, era a instauração obrigatória de inquérito policial, visando a investigação dos fatos delituosos, caracterizar a materialidade, diante da qual seria necessário os exames periciais a fim de averiguar se a cédula apreendida seria grosseiramente falsificada ou não e, ainda, identificar a autoria daquela conduta.

Segundo dados extraídos *business intelligence* da Polícia Federal, em 2019, foram abertos 3.697 procedimentos, sendo que, em torno de 70% dos casos, como procedimento continha até 5 cédulas falsas apreendidas. Assim, alguns casos poderiam apresentar apenas uma única cédula, a partir da qual seria aberto um inquérito policial e elaborado um laudo pericial para desencadear uma investigação, a fim de identificar o autor daquela conduta criminosa. Diante desse quadro, dadas as diversas atribuições da Polícia Federal, poucos eram os casos que resultavam na identificação do laboratório produtor e a prisão dos envolvidos, acumulando-se, assim, inquéritos sem solução e ausentes de elementos que contribuíssem para o deslinde dos casos.

Em 2019, teve início a fase piloto do Projeto Prometheus (BRASIL, 2019) que é um projeto que objetiva substituir o modelo de recepção e processamento de notícias-crime, que outrora, conforme suscintamente descrito acima, exigia a abertura de um inquérito policial a cada caso apresentado à Polícia, por uma metodologia mais moderna e eficiente que, a partir da análise de dados e informações, visa reduzir o número de inquéritos sem solução e busca

[1] Dados obtidos até a data de 31 de dezembro de 2022.

maior eficiência na desarticulação de grupos criminosos (BRASIL, 2022). Os delitos relacionados à moeda falsa seriam abarcados no projeto e, mediante as notícias-crime apresentadas, a instauração de inquérito policial, se já não existisse, estaria condicionada à análise da autoridade policial podendo aglutinar diversas notícias-crime em um único inquérito ou manter os dados das notícias-crime no sistema, aguardando outras informações para posterior instauração com elementos suficientes que permitam uma apuração eficiente e eficaz.

A partir do trabalho pericial de classificação das falsificações, que já vinha sendo realizado desde 2008, portanto, estruturado e sedimentado, um dos elementos que poderia ensejar a aglutinação de notícias-crime relacionadas à delitos de moeda falsa seria a própria classe de falsificação, pois ao invés de abrir um inquérito para cada cédula falsa apreendida, poder-se-ia reunir, agora, as informações relacionadas às notícias-crime de uma classe de falsificação que tivessem apreensões em diversas unidades da Polícia Federal, porém estariam aglutinadas em um único inquérito que visaria o esclarecimentos dos fatos correspondente ao conjunto das apreensões de cédulas de uma mesma classe, buscando-se o laboratório produtor.

Somada a essa iniciativa foi criada, em 2020, a Unidade-Piloto de Repressão à Falsificação de Moeda (UPRFM), vinculada à Divisão de Repressão à Crimes Fazendários (DFAZ) com o objetivo de coordenar a execução das atividades e operações correlatas à falsificação de moeda. Desde então, a partir das informações de classes de falsificação, como um dos elementos norteadores das investigações, e a reorganização institucional promovida, diversas operações policiais foram realizadas, desarticulando mais de 20 laboratórios de produção de moeda falsa (PORTAL R7, 2022), dobrando o número de cédulas falsas retiradas de circulação pela Polícia Federal, em torno de 120 mil cédulas por ano, e, segundo informações divulgadas pelo Banco Central do Brasil, no ano de 2021, decorridos 1 ano e 6 meses da criação da unidade, houve uma queda de quase 30% em notas falsas retidas na rede bancária do país (LARGUI, 2022), sendo atribuído “à realização de ações exitosas de combate ao crime de falsificação de dinheiro executadas pela Polícia Federal".

Ressalta-se que em 2020, ano do auge da pandemia de COVID 19, houve um acréscimo do cédulas no meio circulante, passando de 7 bilhões para 8,5 bilhões de cédulas. Esse aumento expressivo foi considerado atípico pelo Banco Central do Brasil (BACEN) que justificou o acréscimo por conta do reflexo da crise sanitária que fez com que as pessoas guardassem dinheiro em casa, além do pagamento do auxílio emergencial (BARBOSA, 2022). A demanda foi tanta que houve a necessidade de lançamento da cédula de R$ 200,00 a

fim de suprimir essa demanda do meio circulante (BARBOSA, 2022). Nesse mesmo ano, houve uma queda de 31,2% nas notas falsas retidas pela rede bancária, justamente o ano em que começaram os trabalhos mais intensos da Polícia Federal na repressão dessa modalidade criminosa, alcançando uma taxa de 40,4 ppm, ou seja, 40,4 cédulas falsas detectadas por milhão de cédulas do meio circulante.

No ano seguinte, 2021, ocorreu o inverso e houve uma queda de cédulas no meio circulante, dos 8,5 milhões para 7,6 milhões, representando 10,6% de redução, movimento também atípico, sendo a primeira queda desde o lançamento do plano Real (BARBOSA, 2022). Enquanto isso, as cédulas falsas retidas pela rede bancária mantiveram a tendência de queda, em números absolutos, havendo uma redução de 4% em relação ao ano anterior, porém com uma taxa de 43,3 ppm.

Essa a queda do volume do meio circulante em 2021 é atribuída ao crescimento dos pagamentos digitais, incluindo o PIX, sistema de pagamento digital instantâneo, lançado em novembro de 2020 (BARBOSA, 2022). Analisando os dados divulgados pelo Brasil (2021a), nota-se que o PIX correspondeu, em média, a 4,3% das movimentações em dinheiro no sistema financeiro no ano de 2021, porém esse espaço ocupado não corresponde necessariamente ao volume de transações em dinheiro em espécie. O volume de saques, por exemplo, reduziu em 1,5%, enquanto isso, nesse mesmo período, houve redução de 2,9% nas transferências bancárias (DOC, TED, Cheques, Transferências interbancárias) e redução de aproximadamente 1,0% nos débitos diretos e cartão de débito. Assim, percebe-se que o PIX acabou ocupando, principalmente, o espaço de outras formas digitais de pagamento que já existiam e não necessariamente o papel moeda.

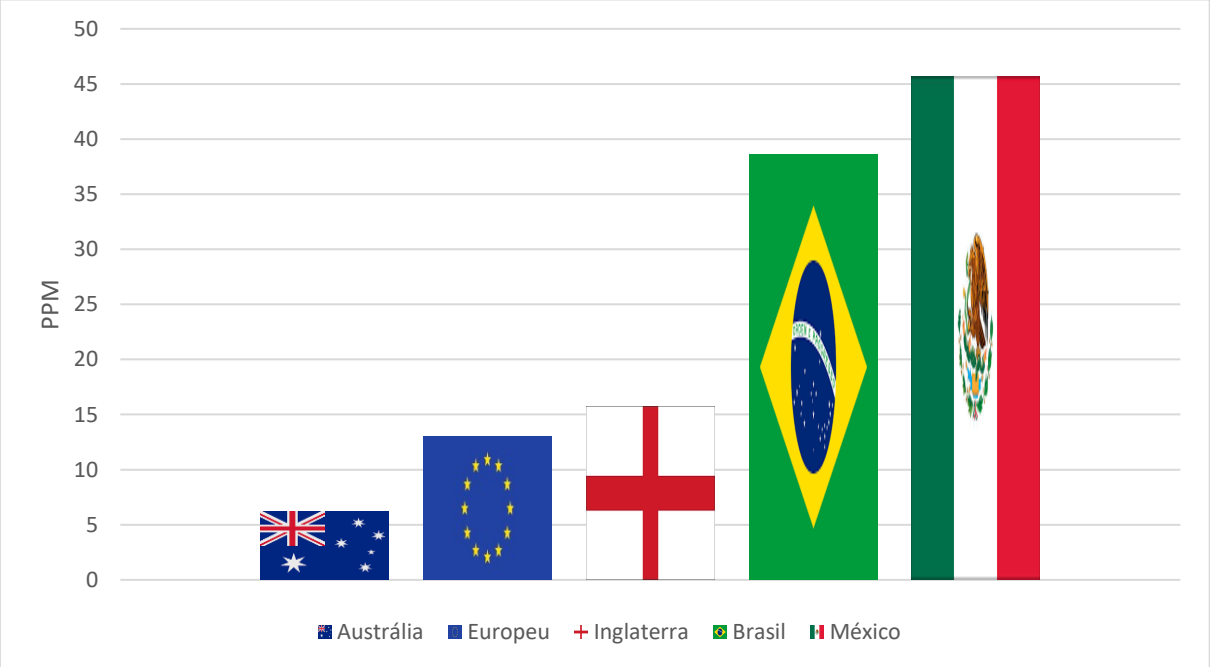
Assim, a partir da análise desses dados, percebe-se que, desde o ano de 2020, houve uma queda no volume de cédulas falsas retidas pela rede bancária, confirmada pela análise dos dados relativos ao volume total de cédulas disponíveis no meio circulante. No ano de 2019, a taxa era de 70,8 ppm, sendo que no ano seguinte caiu a 40,4 ppm, mesmo com um aumento de 20% das cédulas no meio circulante, e, no ano de 2021, essa taxa subiu a 43,3 ppm diante de uma queda de 10,6% das cédulas do meio circulante. Entretanto, essa queda ao patamar de 40 ppm desde 2020, pode ser justificada, em parte, por uma influência advinda da situação sanitária de 2020, em que muitos comércios acabaram fechando e mesmo com o aumento de cédulas no meio circulante, não houve a circulação desse capital dadas as restrições comerciais impostas à época.

No ano de 2021, esse comércio retoma as atividades, voltando a pulsar a circulação de dinheiro, porém o volume total do meio circulante sofreu uma redução, voltando a uma

quantidade um pouco superior a de 2019 (7,0 bilhões de cédulas no meio circulante). No entanto, é interessante notar que houve uma manutenção da taxa de cédulas falsas no patamar de 40 ppm. Mesmo a introdução do PIX no sistema monetário nacional, não justifica a manutenção da queda de cédulas falsas, porque, como se viu, com a chegada dessa ferramenta outras transações digitais perderam espaço no meio circulante. O volume de saque em espécie teve ligeira queda nesse período (1,5%), mas, ainda assim, isso não justificaria a queda e manutenção dessa taxa de cédulas falsas no meio circulante. Apenas para fins de comparação, destaca-se que em 2019, ano anterior a pandemia, havia um menor volume de cédulas no meio circulante que em 2021 (em torno de 600 milhões de unidades a menos) e a taxa de cédulas falsas retidas na rede bancária foi quase o dobro da taxa de 2021.

Desta forma, percebe-se que essas reduções das taxas de cédulas falsas no meio circulante não advêm somente da diminuição de cédulas ocorridas entre 2020 e 2021 ou da existência do PIX, mas também das ações da Polícia Federal na repressão a essa modalidade criminosa, o que justificaria a afirmação do BACEN na reportagem citada acima. No entanto, comparando-se (Figura 4) a taxa brasileira (BRASIL, 2023) de detecção de notas falsas por notas autênticas no meio circulante com outros países (AUSTRALIA, 2022; EUROPEAN CENTRAL BANK, 2023; ENGLAND, 2023; MEXICO, 2023), observa-se que ainda o trabalho precisa ser intensificado, surgindo a necessidade de ações estratégicas e otimizadas frente aos recursos disponíveis.

Figura 4 - Comparativo entre índices de detecção de cédulas falsas.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Dado esse sucesso de redução das falsificações, em 2021 a Unidade-Piloto foi transformada em Unidade Especial de Repressão à Falsificação de Moeda e Documentos Federais (UERF), o que sedimentou a reorganização institucional proposta e consagrou a inteligência forense como um elemento fundamental para os trabalhos investigativos.

No entanto, apesar desses resultados iniciais, ainda existem 328 classes de falsificação ainda ativas que podem corresponder a um número significativo de laboratórios a serem desmantelados. Como já mencionado, a existência de limitações operacionais, seja de recursos financeiros ou humanos para abrir frente de investigação a todos os casos identificados de classe de falsificação, seja a limitação de informações que não são suficientes para o desenvolvimento de uma investigação em particular, faz-se necessário o estabelecimento de critérios para avaliação e ordenação dessas classes de falsificação, visando priorizar os casos que potencializem ainda mais os resultados alcançados, ou seja, a retirada de circulação de notas falsas e o desmantelamento dos respectivos laboratórios produtores, e que tragam maior benefício para a sociedade, minimizando os impactos sociais, e para a economia, minimizando os impactos econômicos.

2.2 Visão geral da abordagem de modelagem da Pesquisa Operacional

O início da atividade denominada Pesquisa Operacional (PO), geralmente, é atribuído a ações militares na Segunda Guerra Mundial. Naquela oportunidade havia a necessidade de alocar os recursos escassos em diversas operações militares. Assim, os comandos britânico e norte-americano convocaram cientistas para auxiliarem nos problemas táticos e estratégicos, solicitando a eles *pesquisas* sobre *operações* militares (HILLIER; LIEBERMAN, 2012).

Dado ao sucesso de aplicação da PO no empreendimento bélico houve um interesse na sua aplicação fora do ambiente militar. À medida que houve o crescimento industrial do pós-guerra, os problemas causados pela crescente complexidade e especialização nas organizações ganhavam novamente a atenção. Assim, a percepção para um número cada vez maior de pessoas foi de que esses problemas eram os mesmos que os militares tinham enfrentado, porém, agora, em um contexto diferente (HILLIER; LIEBERMAN, 2012).

A pesquisa operacional tradicional, conhecida como PO *Hard*, aquela surgida após a Segunda Guerra Mundial, utilizava métodos matemáticos para buscar soluções ótimas em problemas estruturados, pressupondo um comportamento racional dos decisores. No entanto, na década de 1960, percebeu-se que essa abordagem não era adequada para todos os problemas, pois não considerava contextos econômicos, sociais e procedimentos de planejamento e gestão da inovação. Surgiu então a pesquisa operacional *Soft*, que se concentra

em aspectos qualitativos e subjetivos do processo decisório, reconhecendo a evolução do espaço de ações ao longo do processo e buscando aprendizado e uniformização das informações entre os envolvidos. O PO *Soft* não se baseia em métodos de otimização, mas sim em um conjunto de métodos que visam a compreensão e solução de problemas. (ALMEIDA et al., 2019).

Segundo Rosenhead e Mingers (2001) a PO *hard* pode ser descrita, suscintamente, a partir de seis características (Tabela 2). Assim, questiona-se como será possível manter uma abordagem formal e sistemática, capaz de iluminar a tomada de decisão, delinear as escolhas e a resolução de problemas em situações que não podem ser estruturadas previamente?

Então, é proposto uma maneira simples, até mesmo simplista, que é virar o paradigma dominante de cabeça pra baixo. Uma vez que a abordagem ortodoxa é inapropriada, certamente o seu oposto dialético deve ter muito a oferecer. Portanto, é apresentada uma abordagem alternativa (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparativo de abordagens da pesquisa operacional.

Abordagem tradicional (PO *hard*)	**Abordagem alternativa (PO *soft*)**
Problemas formulados com um objetivo e a busca da sua otimização. No caso de múltiplos objetivos, seria realizado um *trade-off* em uma escala comum.	Não há otimização. Procura-se soluções alternativas que são aceitas em diferentes dimensões, sem *trade-off* entre elas.
Demanda excessiva de dados, podendo ocorrer problemas de distorção, disponibilidade e credibilidade.	Reduzida demanda de dados, obtida pela integração de fontes *hard* and *soft* submetidas a uma avaliação social.
Tornar científico e despolitizado.	Simplicidade e transparência, objetivando esclarecer os pontos de conflito.
As pessoas são passivas no processo.	As pessoas são ativas no processo.
Há um único decisor com objetivos abstratos em que são deduzidas ações concretas para implementação por meio de uma cadeia hierárquica de comando.	Permite e facilita que o planejamento seja de baixo para cima.
Procura não considerar incertezas futuras, porém projeta decisões futuras.	Considera incertezas futuras e procura manter opções em aberto para posteriores resoluções.

Fonte: adaptada de Rosenhead e Mingers (2001).

Desta forma, nota-se que a abordagem *soft* surgiu como mudança de paradigma à PO *hard*, não se tratando mais de um método de otimização de problemas, mas de um método de constante aprendizado e de nivelamento das informações entre os atores envolvidos na situação-problema. Assim, a abordagem *soft* incorpora as percepções das pessoas envolvidas

na problemática estudada, trazendo as reflexões e pontos vistas diferentes que envolvem a situação, mesmo em ambientes de incertezas ou conflitos. Logo, desta forma, procura-se encontrar o melhor caminho na integração dos componentes objetivos do problema (abordagem *hard*) e os aspectos subjetivos das pessoas (abordagem *soft*), trazendo à tona o conjunto de valores envolvidos na solução daquela questão (ALMEIDA et al., 2019).

Como indicado pelo próprio nome, a PO envolve pesquisa em operações, ou seja, envolve o estudo de problemas que compreendem a condução e operação de atividades em uma organização. Em certo grau, o método científico é utilizado para investigar esse problema (HILLIER; LIEBERMAN, 2012). Assim, a abordagem de resolução de problemas na pesquisa operacional relembra a maneira como são conduzidas as pesquisas nos campos científicos usuais, sendo delineada por algumas fases. Na primeira delas, *Definição do problema*, é estabelecido o escopo do problema em estudo, as decisões de interesse, os objetivos, a coleta de dados relevantes e a definição do modelo conceitual. Talvez seja a fase mais importante da modelagem de problemas na PO, pois se o modelo conceitual não representar o problema real, não será possível obter uma resposta "adequada" para um problema "incorreto". Por isso, a importância das definições do contexto em que a problemática está inserida, das alternativas disponíveis, bem como as limitações do sistema modelado (CAUCHICK-MIGUEL, 2012).

A próxima fase é a *Construção do modelo*. Nessa fase, as informações e estimativas da primeira fase são utilizadas para desenvolver ou avaliar um modelo matemático, geralmente construído a partir do modelo conceitual e baseado em outros modelos matemáticos da literatura de PO. Busca-se uma representação que seja fidedigna ao contexto da situação estudada de modo que as soluções obtidas, a partir desse modelo, possam ser válidas para o caso real. Também é comum a realização de análises e experimentos preliminares com o modelo, a fim de obter *insight* sobre o comportamento e adequação do modelo. A fase seguinte, *Solução do modelo*, métodos de solução e algoritmos são utilizados para resolver o modelo matemático proposto, em geral, com o uso de recursos computacionais. Nesse momento, são realizadas análises de sensibilidade e de cenários, a fim de verificar a consistência e robustez das soluções encontradas (CAUCHICK-MIGUEL, 2012).

A quarta fase da abordagem de solução de problemas na PO, *Validação do modelo*, é para verificar se o modelo proposto representa apropriadamente o problema, descrevendo adequadamente o comportamento do sistema real, diante das hipóteses estabelecidas na primeira fase de definição do problema. Vale ressaltar que a qualidade da solução fornecida por um modelo, depende da precisão com que esse modelo representa o problema real.

Novamente, os dados de entrada, definidos preliminarmente, também são fatores primordiais para a definição dessa qualidade. Por fim, na última fase, encontra-se a *Implementação da solução* que basicamente trata da preocupação com a implementação da solução encontrada na prática da empresa ou organização, transformando esses resultados em conclusões ou decisões. Essa implementação depende de diversas variáveis, em que destacamos a cultura organizacional da empresa ou organização que pode exigir dos responsáveis pela implementação técnicas de gestão adequadas e aprimoradas (CAUCHICK-MIGUEL, 2012).

Como a pesquisa operacional trata da gestão prática da organização, faz-se necessário, para ser bem-sucedida, apresentar conclusões positivas e inteligíveis ao tomador de decisão, o que demonstra o aspecto abrangente da PO, pois abrange um ponto de vista organizacional na busca por solucionar conflitos de interesses de modo a encontrar uma solução para a organização como um todo (HILLIER; LIEBERMAN, 2012).

2.3 Métodos de estruturação de problemas e a abordagem *Soft System Methodology*

Grandes decisões não são tomadas por um único grupo de pessoas com ideias semelhantes. Ao contrário, elas são resultado de negociações extensas, implícitas ou explícitas, entre os representantes de diferentes pontos de vista. Perto do chão de fábrica, a relação de comando pode predominar. Mas em níveis mais altos, as linhas burocráticas organizadas se desfazem. As questões levantadas serão debatidas e reformuladas a partir de uma variedade de perspectivas diferentes. Assim, não se pode esperar que o comprometimento com a decisão siga uma sequência linear de *formulação*, *análise*, *solução* e *implementação*. O comprometimento vem de mecanismos de formação de coalizão, construção de consenso, debate e negociação (ROSENHEAD; MINGERS, 2001).

A interação entre atores internos de uma organização envolve perspectivas individuais e interpretações diferentes das ações e declarações dos outros. Para lidar com essa diversidade, é necessário um processo de acomodação e foco no problema, visando ao comprometimento dos participantes. Um estudo que busca entender uma situação-problema não deve apenas avaliar meios ótimos de solução, mas sim construir uma definição particular do problema e compreender o contexto em que está inserido. A ausência de assistência analítica em decisões complexas, incertas e conflituosas pode levar a um processo de resolução prolongado e menos eficaz. A pesquisa operacional *hard* falhou ao considerar as intenções humanas como inertes e ao tratar elementos da pesquisa e das relações humanas como previsíveis e estáveis sob leis naturais. A negligência dessas situações contribuiu para a percepção de uma aplicação limitada da PO *hard* (ROSENHEAD; MINGERS, 2001).

Assim, esses problemas em que os modelos matemáticos da PO *hard* foram puramente empregados e não foram considerados satisfatórios foram chamados de *messes* (bagunça ou confusão) por Ackoff e são problemas que não são independentes entre si e que consistem em sistemas complexos que interagem entre si (FRANÇOZO; BELDERRAIN, 2022). Similarmente a Ackoff, outros autores forneceram outros nomes para tais problemas, como Rittel e Webber (1973) que diferenciam entre problemas *tame* (inofensivo) e *wicked* (malvado); Ravetz (1996) que dividiu os problemas em técnicos e práticos; e Simon (1973) em problemas bem e mal estruturados.

Com o propósito de trazer mais luz à questão, na distinção de problemas estruturados ou mal estruturados, Simon (1973) procurou melhor definir essa fronteira a partir de seis características que definiriam um problema estruturado, não de forma rígida e definitiva, porém como um balizador que permitiria alguma distinção menos vaga desse limite que separa esses dois tipos de problemas, sendo que o não atendimento dessas características ensejariam a presença de um problema mal estruturado. São elas:

1. a existência de um critério definido para testar qualquer solução proposta e um processo mecanizável para a aplicação do critério;
2. a existência de, pelo menos um, espaço-problema no qual pode ser representado o estado inicial do problema, de um espaço-objetivos e qualquer outros que devem ser alcançados, ou considerados, no decurso da tentativa de solução do problema.
3. Um estado de mudança pode ser representado em um espaço-problema como transição de um estado predeterminado/identificado para o estado alcançado. Outros estados consideráveis, legais ou não, também podem ser representados no espaço-problema, ou seja, quaisquer transições de um estado considerável para um outro de mudança.
4. Qualquer conhecimento que o solucionador de problemas possa adquirir sobre o problema pode ser representado em um ou mais espaços-problemas.
5. Se o problema real envolve agir sobre o mundo externo, então a definição de um estado de mudança (alcançado) e os efeitos sobre esse estado a partir da ação de qualquer ator refletem, com total precisão, em um ou mais espaços-problemas que são regidos pelas leis (leis da natureza) do mundo externo.
6. Todas essas condições se mantêm no forte sentido de que o processo básico postulado requer apenas quantidades praticáveis de computação, e a informação postulada está efetivamente disponível para os processos, ou seja, disponível com quantidades praticáveis de pesquisa. Essa “quantidade praticável de computação” diz respeito ao poder computacional dos sistemas disponíveis de resolução de problemas.

Desta forma, o não atendimento dessas características ensejariam a classificação do problema, segundo Simon, em mal estruturado. Vale ressaltar que tais definições foram apresentadas como norteadoras na busca por definições menos vagas entre esses dois tipos de problemas, sem a pretensão de engessar essa análise.

Assim, desde 1970, em resposta à limitação dos modelos matemáticos de PO *hard* para lidar com essas situações problemáticas, surgiram métodos alternativos, que cresceram em sofisticação e os analistas e tomadores de decisão tonaram-se mais conscientes das deficiências da herança da PO *hard*. Desta forma, na Pesquisa Operacional (PO), esses métodos, às vezes chamados de metodologias, foram desenvolvidos para lidar com situações problemáticas complexas, sendo agrupados numa designação coletiva conhecida como *Problem Structuring Methods* (PSMs), PO *Soft* ou Sistemas *Soft* (MINGERS; ROSENHEAD, 2011).

Essa estruturação de problemas permite uma visão mais abrangente e de diferentes perspectivas dos fatores contribuintes para a situação estudada com o objetivo de entender a influência de cada fator, bem como a consequência da relação entre eles. Nem sempre entendemos todos os fatores que influenciam um problema, ainda mais diante de casos complexos, o que pode prejudicar a tomada de decisões sem uma melhor compreensão do contexto envolvido na situação de interesse (ALMEIDA et al., 2019). Outro ponto é que numa organização, geralmente, temos diversos atores envolvidos, com visões de mundo diferentes, com interesses difusos e objetivos divergentes. Assim, torna-se de grande importância o mapeamento e alinhamento da compreensão do problema, a fim de melhor estrutura-lo e de alcançar as melhores condições de avaliação e a decisão do caminho a ser percorrido.

Assim, os métodos de estruturação de problemas (PSMs) fornecem aos tomadores de decisão um auxílio para identificar seus problemas e melhor estruturá-los. O resultado é um problema bem definido que pode, inclusive, ser abordado, posteriormente, com o uso de métodos da PO *hard* ou simplesmente auxiliar no esclarecimento da situação, permitindo que os responsáveis cheguem a um acordo sobre as ações que devem ser executadas, após capturar diferentes percepções da situação para ajudar a gerar um consenso ou para facilitar as negociações (ROSENHEAD, 1996).

A situação-problema, considerada complexa e não estruturada, pode ser problemática devido à falta de clareza e comunicação dos objetivos e propósitos. O uso de métodos de estruturação de problemas busca extrair informações relevantes dos participantes, minimizando interferências no sistema em estudo. O impacto desejado é alcançado por meio das recomendações obtidas a partir da análise das informações levantadas. Vale ressaltar que

esses métodos lidam com a dupla subjetividade, tanto dos participantes na observação do problema quanto na forma como o método é aplicado. A subjetividade é um aspecto delicado no contexto da pesquisa operacional, em que alguns pesquisadores preferem focar apenas em fatores objetivos. (MINGERS; ROSENHEAD, 2011).

A síndrome de duvidar da validade de fatores não objetivos e quantificáveis cria um desafio para as metodologias de estruturação de problemas. O *Soft Systems Methodology* (SSM) de Peter Checkland oferece uma abordagem mais abrangente, enfatizando a necessidade de interpretações, análise de imagens e visões de mundo (*Weltanschauung* ou *World View*). O SSM lida com a construção social da realidade e busca identificar os "mitos e significados" pelos quais as pessoas dão sentido às suas percepções, procurando um ajuste mútuo de percepções para encontrar uma resolução. Os métodos de estruturação de problemas, em geral, afastaram-se da simples orientação para a tomada de decisões e passaram a se concentrar em melhorar o processo interativo complexo pelo qual as decisões emergem. O SSM, baseado na abordagem de sistemas, concentra-se em como os sistemas podem funcionar melhor, com a busca de mudanças sistemicamente desejáveis e culturalmente viáveis, indo além da mera tomada de decisões (MINGERS; ROSENHEAD, 2011).

Assim, segundo Checkland (1999), a aplicação do pensamento sistêmico *hard* em problemas *soft* deve levar em conta os seguintes aspectos:

1. O pensamento sistêmico *hard* dos engenheiros prevê que a atividade comece com a especificação do que é necessário criar. Sua criatividade não vai responder a pergunta "como?". A Pergunta "o que?" será respondida em outro momento.
2. O pensamento sistêmico *hard* tem uma "abordagem de requisitos", que a partir da definição da *necessidade* parte para uma análise sistemática de custos econômicos, benefícios e outras formas alternativas de atender os requisitos.
3. Nos passos anteriores existe a necessidade de se questionar os pressupostos estabelecidos. Assim, deve-se estudar os valores subjacentes a uma dada escolha de objetivo, lembrando que as etapas de análise de sistemas não são nitidamente separáveis e não conduzem a uma solução ótima, especialmente se aplicados em problemas como os de políticas públicas. No entanto, a parte *hard* da abordagem implica que os objetivos serão definidos e os meios eficazes para os alcançar serão estabelecidos e comparados.
4. Os pressupostos assumidos nas duas primeiras etapas são menos aplicáveis quando os métodos de análise são aplicados a problemas de gestão. A forma de encontrar um meio para se atingir um objetivo é apenas uma pequena parte de uma tomada de decisão gerencial.

Problemas como o estudado, no setor público, não pode ser definido como um problema *hard*, uma vez que uma das características de problemas *soft* e o cerne da situação-problema é a incapacidade de definir objetivos precisos.

5. Ainda na década de 1970, os analistas de sistemas reconheciam as dificuldades a serem enfrentadas, mas sem buscar uma solução para a questão. Aceitam que a análise de problemas chamados *sociais* envolve um juízo de valor e deve ser abordada cientificamente. Fala-se em desenvolver uma *ciência política* que incorpore conhecimento sistemático, racionalidade estruturada e criatividade organizada, dado que os métodos até então desenvolvidos não podem lidar com as incertezas primárias envolvidas na definição de metas ou objetivos globais.

Logo, a partir dessas considerações, o *Soft Systems Methodology* (SSM) é baseado na abordagem de sistemas e parte da ideia de que empresas e indústrias são sistemas complexos. Ele se concentra na seleção de um sistema que resolverá um problema percebido por um gestor, seguindo uma hierarquia de sistemas, objetivos e índices de desempenho definidos. O SSM difere da abordagem *hard* ao usar os conceitos de sistemas para solucionar problemas mal estruturados em sistemas sociais, levando em consideração aspectos qualitativos e quantitativos. O desenvolvimento do SSM foi baseado em experiências práticas, visando explorar a utilidade e coerência dos conceitos de sistemas na resolução desses problemas. (CHECKLAND, 1999).

Inicialmente, Checkland (1999), descreve a dificuldade de garantir o conceito de *problema*. Diferentemente dos problemas estruturados, os problemas não estruturados embora reconhecíveis não podem ser definidos. Além disso, problemas nos sistemas de atividades humanas estão em constante mudança. Os conteúdos de tais sistemas são tão variados e as influências a que estão sujeitos são tão numerosas que à medida que o tempo passa modifica-se a percepção do problema que, às vezes, podem até desaparecer. Essas percepções dos problemas são sempre subjetivas e mudam com o tempo e qualquer pesquisa precisa levar isso em consideração. Em termos formais, a definição geral de problemas foi assim apresentada:

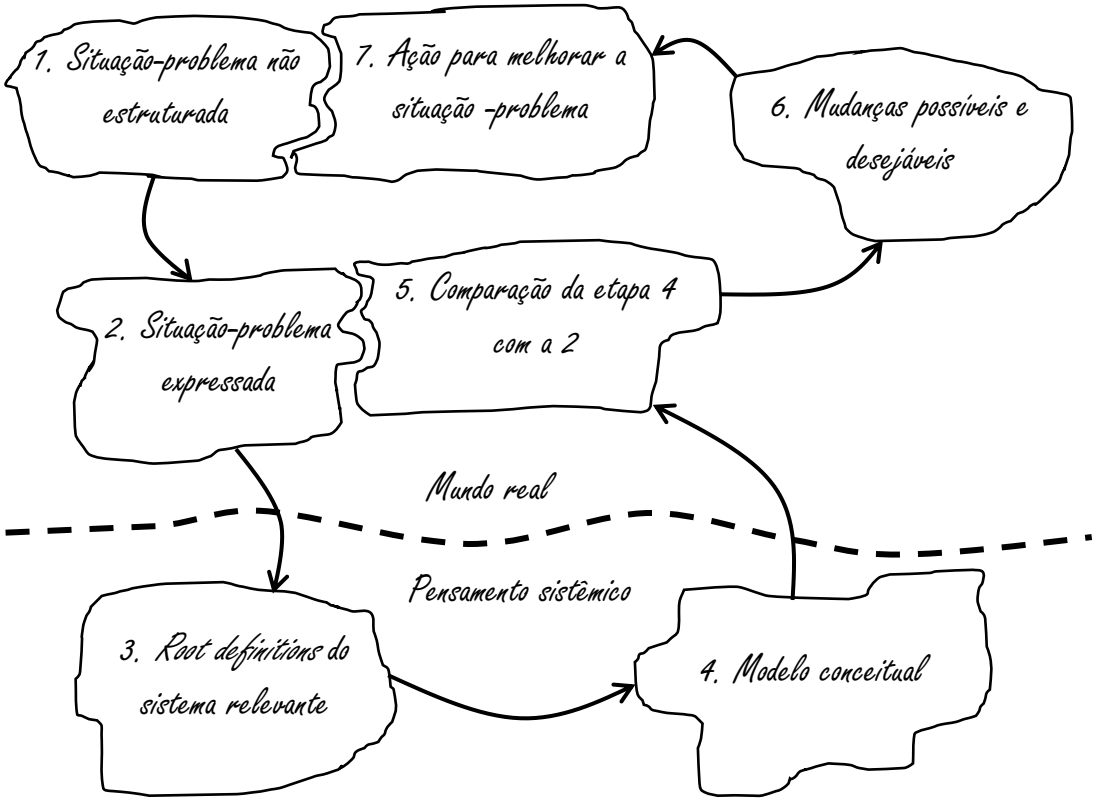
> Um problema relacionado às manifestações do mundo real dos sistemas de atividade humana é uma condição caracterizada por um senso de incompatibilidade, que escapa a uma definição precisa, entre a percepção da realidade e a percepção do que pode se tornar a realidade (CHECKLAND, 1999, p. 155)

Assim, enquanto a definição de problema estruturado implica no que será aceito como *uma solução*, nos problemas não estruturados, em princípio, não se busca estruturá-los, mas de alguma forma abordar a ausência de definição ao invés de procurar solução.

Desta forma, procurava-se uma metodologia de utilização de conceitos de sistemas que tivessem quatro características: deveria ser *aplicável* em problemas reais; *não deveria ser vaga* no sentido de fornecer um estímulo a uma ação mais que uma filosofia usual; *não deveria ser precisa* como uma técnica, mas permitir *insights* que uma abordagem puramente técnica excluiria; e deve permitir que qualquer desenvolvimento na ciência de sistemas possa ser incluído na metodologia e usado, se apropriado, a uma situação particular.

De forma simplista, Checkland apresenta a metodologia em forma de diagrama (Figura 5) que representa uma sequência lógica de 1 a 7, apenas para descrição, mas que não precisa ser sequencialmente aplicada, podendo, em princípio, ser iniciado de qualquer ponto do diagrama.

Figura 5 - Resumo da metodologia SSM.



Fonte: Adaptada de Checkland (1999).

As etapas 1, 2, 5, 6 e 7 são desenvolvidas no *mundo real* em que, necessariamente, as pessoas envolvidas na situação-problema devem participar. Já nas etapas 3 e 4 são atividades do *pensamento sistêmico* que podem ou não envolver as pessoas da situação-problema, dependendo das circunstâncias de cada estudo. Nas etapas 1 e 2 do *Soft Systems Methodology* (SSM), busca-se compreender a situação em que o problema é percebido, sem impor uma estrutura específica, analisando a relação entre estrutura e processo dentro dessa situação.

Em seguida, na etapa 3, nomeiam-se os sistemas relevantes para a situação e elaboram-se definições essenciais desses sistemas, conhecidas como *root definitions* (em tradução livre "definições raízes"). A etapa 4 consiste no desenvolvimento de um modelo conceitual do sistema em que se vislumbra oportunidades de melhorias, utilizando verbos para descrever as atividades necessárias. O modelo conceitual não deve se tornar uma descrição de sistemas reais, mas sim uma representação coerente do sistema descrito na definição raiz.

Na etapa 5, o modelo conceitual é confrontado com a realidade e comparado com as percepções iniciais, enquanto a etapa 6 o debate com as pessoas envolvidas é realizado para definir mudanças viáveis e desejáveis, que podem ser estruturais, procedimentais ou comportamentais. Acompanhar e monitorar as atitudes das pessoas envolvidas é essencial para alcançar a melhoria desejada na situação-problema.

Por fim, na etapa 7, encontra-se a ação, discutida na etapa 6, que será implementada visando a melhoria da situação-problema, o que, de fato, define um "novo problema" que poderá ser enfrentado com a ajuda da própria metodologia.

O próprio Peter Checkland (1999), em sua análise de retrospectiva dos 30 anos de SSM, afirmou que essa versão apesar de frequentemente usada para fins didáticos, tem uma característica mecanicista e, apesar ter se apresentado resiliente ao longo dos anos, pode dar a falsa impressão de que o SSM é um processo prescritivo que deve ser seguido sistematicamente. Ainda, destaca três virtudes de forma como foi construído antes de apresentar uma atualização de sua representação.

A primeira, que considera um ponto estético, mas importante, é que as formas (tipo um ovo frito) e setas curvas são para se contrapor as setas retas e caixas retangulares típicos de trabalhos da ciência e da engenharia. O estilo mais orgânico do modelo de sete estágios, com imagens ricas e modelos desenhados à mão, indicam que esses artefatos são modelos de trabalho, sem reivindicar um reconhecimento ontológico permanente. Assim, passam a ideia de algo mais humano, natural do que as linhas e ângulos retos da ciência e engenharia.

A segunda, é que o modelo tem um ciclo de aprendizagem de sete etapas. Checkland faz citação ao trabalho de Miller apresentado em 1956 que sugere que a capacidade do nosso

cérebro é tal que podemos lidar com cerca de sete itens ou conceitos ao mesmo tempo, trabalho esse publicado em seu artigo intitulado *The magical number seven, plus or minus two: some limits in our capacity for processing information* (em tradução livre: O número mágico sete, mais ou mesmo dois: alguns limites em nossa capacidade de processar informações). Assim, independentemente de ser ou não o número sete crucial na cultura humana, o tamanho confortável do modelo SSM significa que qualquer pessoa pode retê-lo facilmente em sua mente.

Por fim, para o uso do SSM em estudos de sistemas ficou claro a necessidade de distinguir entre *regras constitutivas* que deveriam ser seguidas no uso da metodologia e *regras estratégicas* que permitiam opções entre as quais os usuários poderiam escolher. Assim, esse modelo, chamada de *sete estágios*, estava suficientemente bem fundamentado para ser aplicado em novas situações do mundo real.

Desta forma, nessa análise retrospectiva, Checkland observou que o modelo de *sete estágios* não era mais capaz de representar o uso mais flexível e amadurecido da metodologia, apresentando uma nova representação do SSM em quatro atividades (Figura 6) que incluiria a análise do fluxo cultural, sendo assim definidas:

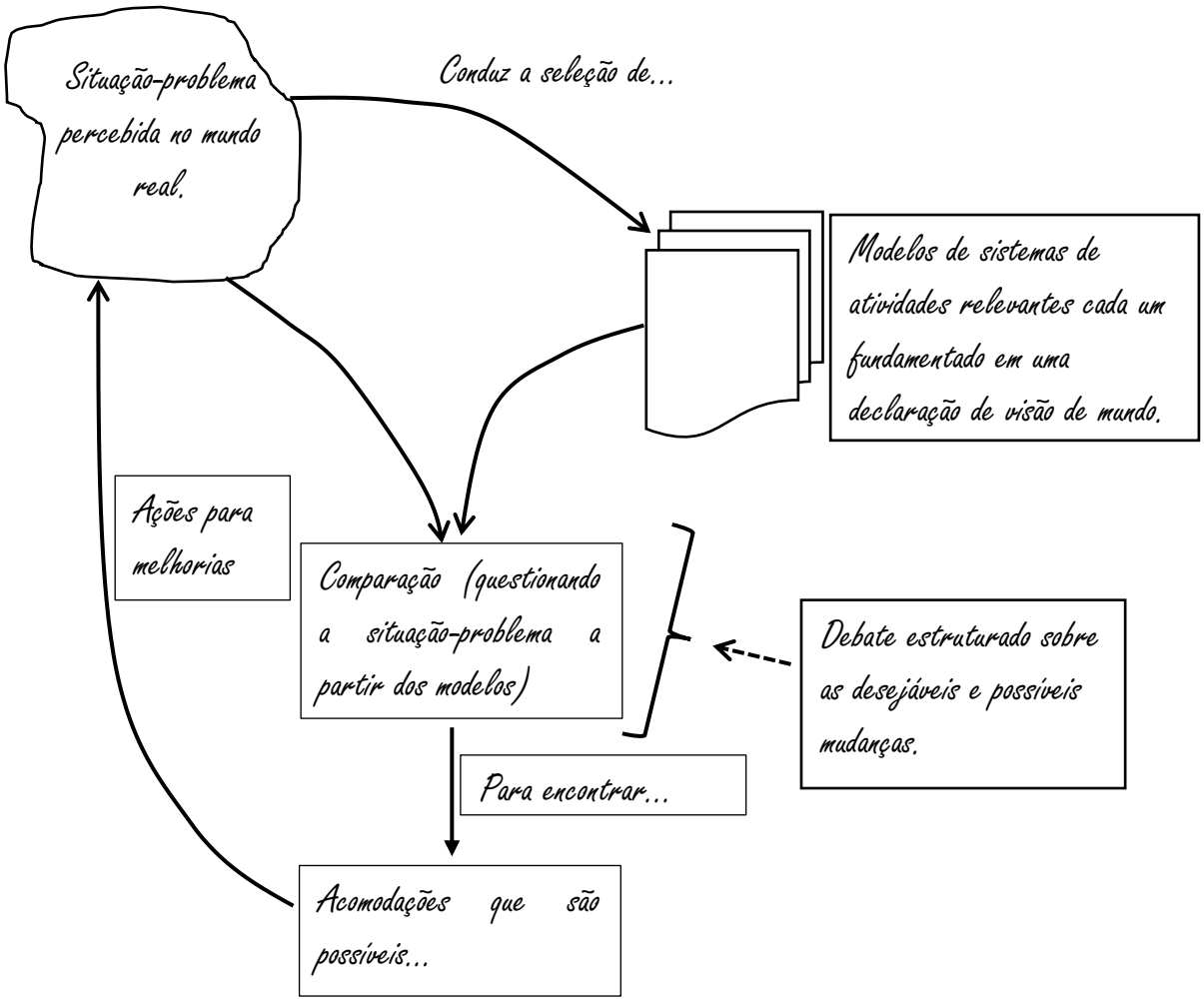
1. Conhecer a situação-problema, inclusive cultural/política;
2. Formular modelos de atividades que sejam relevantes;
3. Debater a situação, usando os modelos, a fim de:
    (a) encontrar mudanças de melhoria e que são consideradas desejáveis e viáveis; e
    (b) acomodar interesses conflitantes que permitirão a execução das ações de melhoria;
4. Implementar as ações na situação-problema buscando a melhoria.

Por fim, vale destacar que Mingers e Rosenhead (2004), publicaram um estudo revisando e avaliando o uso de métodos de estruturação de problemas (PSMs) na prática. Observaram que o uso de PSM em processos decisórios ainda é menor que o uso de métodos tradicionais da PO, porém o número de publicações acerca do uso de PSMs teve um crescimento significativo.

Em uma das fases do estudo publicado, eles descreveram duas pesquisas realizadas, sendo que a primeira (MINGERS; TAYLOR, 1992) trata, especificamente, do uso da SSM, principalmente no Reino Unido e Austrália, em que trezentos questionários foram enviados para pesquisadores operacionais e profissionais de sistemas que tiveram alguma exposição ao SSM. A taxa de resposta de 47% foi considerada alta, e 66% dos entrevistados usaram SSM pelo menos uma vez. Dessa pesquisa observaram que o SSM era usado para os mais diversos problemas de reestruturação organizacional, de informação de sistemas e de avaliação de

desempenho, sendo que na maioria das vezes em combinação com outras metodologias. Quando não era usado, ou porque os respondentes apresentaram falta de conhecimento ou confiança na aplicação da metodologia, exigindo alguma experiência ou treinamento prévio, ou porque a linguagem usada foi considerada desanimadora.

Figura 6 - O atualizado ciclo de investigação/aprendizagem do SSM.



Fonte: Adaptada de Checkland (1999).

A segunda pesquisa, focada no Reino Unido, dirigida a pesquisadores operacionais e profissionais de sistemas, tratou principalmente do uso de multimetodologia, mas também acerca do uso de métodos individuais, dentro de trinta métodos de abordagens *hard* e *soft*. Dessa pesquisa concluíram a prevalência de abordagens tradicionais e quando havia o uso de multimetodologia perceberam que os respondentes julgavam que a combinação de

metodologias provia melhores resultados, especialmente entre as abordagens *hard* e *soft*, sendo predominante a aplicação do SSM.

2.4 Métodos multicritérios de apoio à decisão e a abordagem FITradeoff

Os métodos multicritérios têm sido desenvolvidos para apoiar e conduzir os decisores na avaliação e escolha das alternativas-solução. O espaço das variáveis de decisão, em particular, consiste no conjunto de decisões factíveis e não-factíveis para dado problema. Existe um conjunto de métodos que podem ser aplicados aos problemas de gestão, que constitui o enfoque da denominada Pesquisa Operacional, com abordagem de Análise de Decisão Multicritério (sigla em inglês MCDA – *Multicriteria Decision Analysis*). Deve-se ressaltar que a abordagem do problema de decisão, sob o enfoque MCDA, não visa apresentar ao decisor ou aos decisores uma solução para seu problema, elegendo uma única verdade representada pela ação selecionada. Visa, isto sim, como seu nome indica, a apoiar o processo decisório, por meio da recomendação de ações ou cursos de ações a quem vai tomar decisão (GROSS, 2010).

Muitas decisões complexas enfrentam o desafio de objetivos conflitantes, pois é comum que não haja uma alternativa que seja melhor em todos os objetivos considerados. Algumas opções podem ser descartadas porque visivelmente são inferiores, mas, em geral, também não é possível maximizar vários objetivos simultaneamente. É impossível maximizar todos os benefícios enquanto se minimiza os custos ou maximizar o rendimento enquanto se minimiza os riscos. A literatura está cheia de retórica exagerada, na qual defensores clamam por fazer o "melhor" para todos, em todas as dimensões possíveis, em pouco tempo, com o mínimo de inconveniência e a máxima segurança para todos (KEENEY; RAIFFA, 1976).

Na verdade, em essência, o problema de decisão se resume a um *tradeoff* de valores, em que o tomador de decisão precisa avaliar as alternativas em termos de um objetivo em relação à realização de outro objetivo. Assim, na visão de Gross (2010), um problema de decisão caracteriza-se pela disposição de um decisor exercer livremente uma escolha entre diversas possibilidades de ação, denominadas de alternativas, de forma que aquela considerada a mais satisfatória seja selecionada. Segundo Gomes, Gomes e Almeida (2009), uma ação ou alternativa, constitui uma das possibilidades de escolha do agente de decisão, identificada no início, ou mesmo no decorrer de um processo decisório, podendo vir a tornar-se uma solução ou encaminhamento a ser dado para o problema em estudo e quando a escolha de determinada alternativa depende da análise de diferentes pontos de vista ou “desejos”, denominados critérios, o problema de decisão é considerado um problema multicritério.

De modo geral, problemas de decisão podem ser discretos, quando se trata de um número finito de alternativas, ou contínuos, quando tal número pode ser pensado como infinitamente grande. Além disso, se o problema não apresentar incerteza, ou seja, se as consequências de cada alternativa forem conhecidas, a questão é "Quanto sucesso no objetivo 1 o decisor está disposto a sacrificar para melhorar o sucesso no objetivo 2 por um valor fixo?". No entanto, se houver incerteza no problema, a questão do *tradeoff* se torna mais difícil, já que as consequências de cada alternativa não são claras (KEENEY; RAIFFA, 1976).

Essa questão da compensação entre objetivos, geralmente, é uma questão de valores pessoais e requer o julgamento subjetivo do tomador de decisão. Não há respostas certas ou erradas para essas questões de valor e vale lembrar que cada pessoa pode ter estruturas de valores muito diferentes e, assim, diferentes pessoas podem chegar a conclusões diferentes com base nas mesmas informações. Além disso, a complexidade do processo de avaliação pode aumentar significativamente à medida que o número de alternativas e critérios aumenta. Se o *tradeoff* exigir uma reflexão mais profunda - o que frequentemente ocorre em problemas complexos - há duas maneiras de resolvê-lo: o tomador de decisão pode ponderar informalmente os *tradeoffs* em sua mente ou pode formalizar explicitamente sua estrutura de valores e usá-la para avaliar as alternativas em disputa. Além disso, pode haver uma mistura de possibilidades intermediárias entre esses dois extremos e existem algumas técnicas para ajudar um tomador de decisão a formalizar sua própria estrutura de valores, sendo isso a base que pode auxiliá-lo na articulação de suas preferências (KEENEY; RAIFFA, 1976).

De acordo com Gomes, Gomes e Almeida (2009), os métodos de Análise de Decisão Multicritérios (MCDA) procuram esclarecer esse processo de decisão, tentando incorporar os julgamentos de valores dos decisores, na intenção de acompanhar a maneira como se desenvolvem as preferências e entendendo o processo como uma aprendizagem. O MCDA é fundamentado na identificação da situação de decisão em que existem critérios conflitantes, nos atores da decisão (decisão em grupo) e nos problemas enfrentados por esses atores. As variáveis da decisão são as ações detalhadas, que devem ser decididas e comunicadas.

A distinção entre o MCDA e as metodologias tradicionais de avaliação (PO *Hard*) é o grau de incorporação dos valores do decisor nos modelos de avaliação (GROSS, 2010). O MCDA pressupõe ser necessário aceitar que a subjetividade está sempre presente nos processos de decisão. A estrutura de valores dos decisores é associada aos critérios existentes e busca permitir que as alternativas sejam examinadas, avaliadas e, caso seja possível, priorizadas.

Para Gomes, Gomes e Almeida (2009), a abordagem multicritério tem como características:

- processos decisórios complexos e neles existem vários atores envolvidos que definem os aspectos relevantes do processo de decisão;
- cada decisor tem a sua subjetividade (juízo de valores);
- reconhece os limites da objetividade e considera a subjetividade dos decisores;
- tem como pressuposto que o problema não está claramente definido nem bem estruturado.

Assim, a metodologia MCDA, desenvolvida com o objetivo de dar um tratamento específico às particularidades dos problemas de decisão multicritério, é habitualmente empregada em problemas com múltiplos objetivos, com dados imprecisos e nebulosos, e, também, em situações que envolvem grupos com interesses distintos. Diferentemente de uma análise em que se busca a maximização ou minimização de um único parâmetro, como ocorre na Pesquisa Operacional tradicional (PO *Hard*), o MCDA possibilita a caracterização mais ampla do problema em estudo na busca por uma solução de compromisso, em que deve prevalecer o consenso entre as partes envolvidas.

Cada alternativa, dentro do espaço de ações, tem uma correspondência dentro do espaço consequência, a partir da consideração de múltiplos critérios que, na prática, são projetados, criados ou percebidos para melhor descrever as consequências de cada alternativa. Esse processo de identificação dos diversos critérios foi realizado na presente pesquisa com o uso do *Soft Systems Methodology* (SSM).

No ambiente organizacional, a tomada de decisão é uma atividade diária que pode ter consequências significativas para o futuro da organização. Para lidar com a complexidade e a variedade de objetivos e soluções, a construção de modelos de decisão e a seleção de métodos adequados são essenciais.

Um modelo de decisão representa formalmente o problema em estudo e fornece suporte ao decisor ao considerar os múltiplos critérios e alternativas envolvidas. A capacidade humana de considerar todas as nuances e consequências pode ser limitada, e é aí que o modelo de decisão multicritério entra em cena, permitindo avaliar a sensibilidade dos resultados e proporcionar ao decisor uma maior confiança no caminho a seguir. No processo de tomada de decisão, é possível envolver terceiros, como especialistas e analistas de decisão, para fornecer informações e suporte metodológico. É importante distinguir essa participação da tomada de decisão em grupo, pois nem sempre envolve a integração ou construção

conjunta de preferências. Encontrar o equilíbrio entre simplificação e precisão do modelo é um desafio, garantindo que seja suficientemente abrangente para analisar a realidade, mas não tão complexo a ponto de ser intratável. Um modelo de decisão multicritério incorpora a estrutura de preferências do decisor, enquanto o método de apoio à decisão é mais genérico e pode ser aplicado a uma variedade de problemas de decisão. Portanto, na escolha de um método de apoio à decisão, é crucial considerar fatores como o tempo disponível, o esforço exigido e a estrutura de preferências do decisor, a fim de realizar uma avaliação adequada da situação-problema. (ALMEIDA, 2013).

Diante disso, com o objetivo de apoiar a construção desse processo decisório, torna-se necessário estabelecer certas condições que possam expressar as preferências do decisor quando da comparação entre duas alternativas potenciais. Essas condições são definidas por relações binárias, que é um termo emprestado da teoria dos conjuntos, que trata da constituição de um conjunto de pares ordenados (a, b), em que a relação R pode ser encontrada para alguns desses elementos (ALMEIDA, 2013). A representação utilizada para essa relação é aRb ou R(a, b). Assim, algumas propriedades são definidas:

- Reflexiva, se aRa
- Irreflexiva, se não(aRb)
- Simétrica, se aRb, logo bRa
- Assimétrica, se aRb e não(bRa)
- Completa, quando aRb ou bRa
- Transitiva, se aRb e bRc, logo aRc

Na modelagem de preferências, as relações binárias são comumente denominadas de Relações de Preferências. Dessa forma, asseguramos convenientemente uma representação realista das preferências de um decisor, quando na comparação entre duas ações potenciais são definidas quatro situações fundamentais e incompatíveis entre si (GROSS, 2010):

- Indiferença (I): corresponde à existência de razões claras para o decisor que justificam a equivalência entre duas ações. Representação: aIb. Propriedades: Reflexiva, Simétrica.
- Preferência estrita (P): corresponde à existência de razões claras para o decisor, que justificam uma preferência significativa em favor de uma das duas ações. Representação: aPb. Propriedades: Assimétrica.
- Preferência fraca (Q): corresponde à existência de razões claras para o decisor que invalidam a preferência estrita em favor de uma das duas ações, mas essas razões são

insuficientes para distinguir, seja uma preferência estrita (P) em favor de uma, seja uma indiferença entre as duas ações. Portanto, não é possível diferenciar nenhuma das duas situações anteriores. Representação: aQb. Propriedade: Assimétrica.

- Incomparabilidade (R): corresponde à ausência de razões claras para o decisor que justificam qualquer uma das situações precedentes. Representação: aRb. Propriedade: Simétrica.

Assim, uma estrutura de preferências é um conjunto de relações de preferências aplicadas sobre um conjunto de alternativas A, em que:

- Para cada par de alternativas de A, pelo menos uma das relações descritas acima se aplica (exaustividade). Se na comparação de duas alternativas a e b, verifica-se que para todos os critérios b I a e, ainda assim, ser possível negar essa relação de indiferença, o axioma da exaustividade não será respeitado pelos critérios definidos para o problema. Assim, nessa situação, um ou mais critérios deverão ser incluídos no modelo (GROSS, 2010);
- Para cada par de alternativas de A, se uma das relações descritas acima se aplica, nenhuma outra pode ser aplicada (exclusividade). Se na comparação de duas alternativas a e b, verifica-se que para todos os critérios b I a e, ainda assim, ser possível que b P a, o axioma da exclusividade não será respeitado pelos critérios definidos para o problema que deverão ter suas definições revistas;
- Para cada par de alternativas de A, se for estabelecida uma relação de preferência entre as alternativas, em que a P b, caso haja um aumento de performance de a, segundo qualquer critério, permanecendo os demais critérios com as mesmas performances, a alternativa a' obtida deve ser tal que a sua relação com b se processe no mesmo nível de intensidade anteriormente existente, ocorrendo ou não depreciação de alguma performance de b, ou seja a' P b. Caso isso não se verifique, o axioma da coesão não será respeitado pelos critérios definidos para o problema e, nessa situação, as definições dos critérios deverão ser revistas. (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009);

Além dos axiomas apresentados, é desejável que os critérios sejam independentes entre si. A noção de independência está relacionada a três aspectos distintos: isolabilidade de critério, separabilidade de cada subconjunto de critérios e ausência de fatores que influenciem conjuntamente vários critérios na avaliação das alternativas pertencentes ao conjunto de alternativas de A. Esta independência entre os critérios indica que outro axioma está sendo respeitado: o axioma da não redundância (GROSS, 2010).

Segundo Almeida (2013), nos métodos compensatórios, é possível equilibrar um desempenho inferior de uma alternativa em um determinado critério com um melhor desempenho em outro critério. Portanto, a avaliação de uma alternativa nesses métodos leva em consideração os *trade-offs* entre os critérios. Já nos métodos não compensatórios, não há *trade-offs* entre os critérios. O método Lexicográfico é um exemplo de método não compensatório, bem como a maioria dos métodos de sobreposição. No entanto, os métodos de agregação por meio de um único critério de síntese são considerados compensatórios.

Definida a estrutura de preferências do decisor, bem como identificada sua racionalidade na problemática analisada, faz-se importante identificar qual é o tipo de resultado que se deseja alcançar. Desta forma, segundo Gross (2010), as problemáticas podem ser classificadas em:

- Problemática P.α - este tipo de problema tem como objetivo criar um conjunto de alternativas para indicar as melhores ações para a escolha de uma ação final, ou seja, envolve uma escolha.
- Problemática P.β - neste tipo de problema, busca-se alocar as alternativas em determinadas classes, resultando em um procedimento de classificação.
- Problemática P.γ - nesta problemática, o objetivo é esclarecer a decisão, agrupando as alternativas mais satisfatórias em classes de equivalência, ordenadas de acordo com as preferências do decisor, resultando em uma ordenação.
- Problemática P.δ - neste tipo de problema, a intenção é esclarecer a decisão por meio de uma descrição apropriada das ações e consequências, resultando em uma descrição ou procedimento cognitivo.

Essa análise dos múltiplos critérios (objetivos) não consiste em comparar o desempenho de uma determinada alternativa considerando esses diferentes critérios em cada alternativa, uma vez que tal análise não faria sentido algum. Assim, a análise multicritério procura um índice escalar de preferência ou valor que combine os múltiplos critérios a partir de uma função de valor. Essa função serve para comparar indiretamente os vários níveis dos diferentes critérios, por meio dos efeitos que as grandezas desses critérios têm sobre essa função de valor (KEENEY; RAIFFA, 1976).

Assim, um critério g é uma função com valores reais definida sobre um conjunto de alternativas potenciais A, de tal sorte que é possível pensar ou descrever o resultado da comparação entre duas alternativas a e b, segundo esse critério, a partir da comparação de dois números g(a) e g(b). Ao critério g é associado, portanto, uma escala Eg, constituída de um

conjunto ordenado de valores reais, possíveis de serem assumidos por essa função. Dessa forma, um critério g pode ser visto como um modelo a partir do qual é possível, por exemplo, fundamentar a seguinte afirmação (Equação 1):

$$g(b) > g(a) \Rightarrow b\ Pg\ a \quad (1)$$

em que Pg é uma relação binária com o conteúdo semântico "b é preferível a, relativamente às dimensões levadas em conta na definição de g".

Na construção de um critério, diferentes modelos podem ser adotados, de forma a definir o que se denomina poder discriminante do critério. A depender do modelo, o critério pode receber o nome de critério verdadeiro, semicritério ou pseudocritério. Esse tipo de informação é conhecido como informação intracritério (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

No modelo de critério verdadeiro, supõe-se que, $\forall\ a, b \in A$ (Equações 2 e 3):

$$a\ Pg\ b \Leftrightarrow g(a) > g(b)\ e \quad (2)$$

$$a\ Ig\ b \Leftrightarrow g(a) = g(b) \quad (3)$$

em que Pg é uma relação binária com o conteúdo semântico "é estritamente preferível a, segundo o critério g" e Ig é uma relação binária com o conteúdo semântico "é indiferente a, segundo o critério g".

Conforme apresentado por Gomes, Gomes e Almeida (2009), nesse tipo de modelo, qualquer diferença entre os valores da função (ou critério) g implica uma situação de preferência estrita. Além disso, a situação de indiferença só ocorre quando a função g assume o mesmo valor tanto para a quanto para b. Logo, o sistema relacional de preferência (Ig, Pg) é uma pré-ordem completa.

Outro conceito importante relacionado à análise dos critérios, trata-se da relação de dominância entre duas alternativas a e b, denotado por aDb, que ocorre quando para 'm' critérios, considerando a função g_j para o critério j, verifica-se a seguinte condição (Equação 4):

$$gj(a) \geq gj(b),\ j = 1, 2, 3, m \quad (4)$$

Em que pelo menos para um dos critérios j a desigualdade é estrita. Assim, a primeira tarefa a ser desenvolvida é a eliminação de todas as alternativas dominadas.

Após estabelecer os critérios, é necessário realizar a avaliação intracritério, que envolve a avaliação de cada alternativa em relação a cada critério, resultando em uma função valor para cada critério. Essa função valor é baseada nas avaliações das consequências de acordo com o julgamento do decisor. Em seguida, os valores das consequências em cada critério devem passar por um processo de normalização, utilizando métodos específicos para

transformá-los em uma escala comum. A escolha adequada do procedimento de normalização é crucial para evitar problemas de reversão de ordem. Uma vez normalizados, os valores são utilizados na avaliação intercritério, que combina os diversos critérios para analisar uma alternativa, exigindo a escolha de um método MCDA (ALMEIDA, 2013).

Ainda segundo Almeida (2013), uma classificação comum dos métodos MCDA consiste em:

- Métodos de critério único de síntese, pois agregam os critérios em um único critério de síntese, em que se destacam os métodos baseados no modelo aditivo determinístico;
- Métodos de sobreclassificação (outranking), superação, prevalência ou subordinação, em que se destacam a família de métodos ELECTRE e a família de métodos PROMETHEE;
- Métodos interativos.

Na comparação de alternativas avaliadas com critérios pré-estabelecidos, são aplicados procedimentos de agregação multicritério, que podem se enquadrar em diferentes métodos. Esses procedimentos são regras que estabelecem sistemas relacionais de preferência com base em matrizes de consequências e informações intercritérios (constantes de escala). Os sistemas relacionais podem ser do tipo (I, P), (I, Q, P), (I, P, R), (S, R), dentre outros. Quando excluem a incomparabilidade e satisfazem a propriedade transitiva, são chamados de critérios únicos de síntese, representando a Escola Americana do Apoio Multicritério à Decisão. Por outro lado, se permitem a incomparabilidade e não necessariamente satisfazem a transitividade, são considerados relações de sobreclassificação, caracterizando a Escola Francesa do Apoio Multicritério à Decisão. Além disso, existem procedimentos interativos, nos quais o decisor intervém em cada etapa do processo decisório para expressar suas preferências em relação aos resultados anteriores (GROSS, 2010).

Vale destacar que, dado a grande variedade de métodos multicritérios existentes, é necessário que se tenha uma visão crítica desses métodos, de forma a adequar sua escolha às características do problema em questão. Assim, além de levar em conta, nessa opção, a problemática do objeto da decisão e os tipos de informações intercritérios e intracritérios que serão utilizados, deve-se analisar a conveniência de adotar um método baseado num procedimento de agregação com ou sem critério único de síntese (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

O método de critério único de síntese se baseia na síntese construída a partir da agregação de todos os critérios considerados na situação-problema. Essa agregação entre os

critérios permite a realização da comparação entre as alternativas, por meio de um valor global (Equação 5), sendo assim representado:

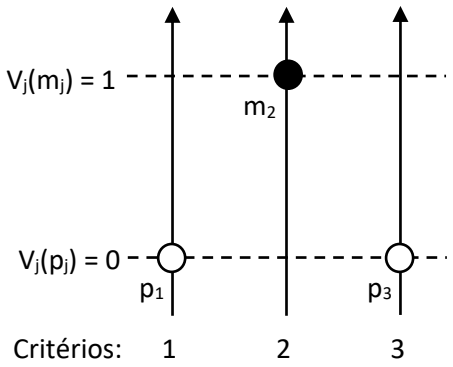
$$V(a_i) = f[v_1(a_i), v_2(a_i), v_3(a_i), ..., v_n(a_i)] \quad (5)$$

Nos problemas multicritério, é bastante comum para o decisor, que alguns critérios sejam mais relevantes que outros. As medidas que expressam a importância relativa entre os critérios são denominadas constantes de escala e o conjunto de constantes de escalas atribuídos aos diferentes critérios denomina-se vetor de constantes de escala. A matriz de consequências, juntamente com o vetor de constantes de escala, constitui toda a informação necessária, em princípio, para a resolução dos problemas multicritério discretos (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

Ao utilizar procedimentos de avaliação multicritério, é importante evitar o uso equivocado de constantes de escala como pesos, pois isso pode levar a uma compreensão inadequada do processo. A importância relativa dos critérios não pode ser estabelecida apenas com base em sua importância percebida, mas deve considerar as consequências obtidas em cada critério. Para se ter uma melhor ideia, considere como consequências de um critério j a sua melhor (m_j) e pior (p_j) performance, sendo as performances intermediárias representadas por x_j, de forma que as seguintes relações de preferências sejam atendidas: m_j P x_j P p_j (em que se lê: m_j é preferível a x_j que é preferível a p_j).

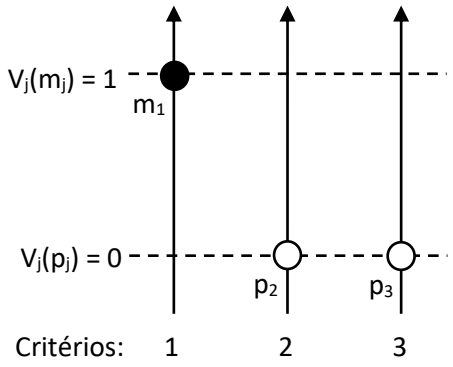
Na Figura 7, a situação 1 é representada pelos desempenhos de três critérios, sendo a pior performance no critério 1 e 3 e a melhor performance no critério 2. Na Figura 8, tem-se a representação de uma situação 2 com outra configuração dos critérios em que o melhor desempenho ocorre no critério 1 e os piores desempenhos nos critérios 2 e 3.

Figura 7 - Representação da situação 1.



Fonte: adaptada de Almeida (2013).

Figura 8 - Representação da situação 2.

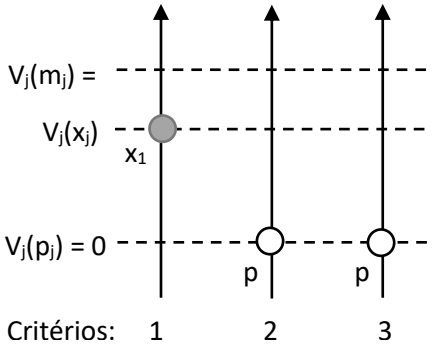


Fonte: adaptada de Almeida (2013).

Se o decisor prefere a consequência da situação 2 em relação a situação 1, pode-se afirmar que a constante de escala para do critério 1 é maior que a constante de escala do critério 2 (k1 > k2). Como já exposto anteriormente, isso não significa que o critério 1 seja mais importante que o critério 2, mas que, tão somente, nesse problema e na visão do decisor a consequência que representa o critério 1 é melhor que a consequência que representa o critério 2.

No entanto, no procedimento de elicitação *trade-off*, deve-se buscar do decisor as relações de indiferença (ALMEIDA, 2013). Desta forma, considera-se uma situação 3 (Figura 9) em que se tem um desempenho intermediário do critério 1, representado por x_1. Sabe-se, pela preferência do decisor, que a consequência (m_1, p_2, p_3 – Figura 8) é preferível a consequência (x_1, p_2, p_3 - Figura 9) que é preferível a consequência (p_1, m_2, p_3 – Figura 7). Assim, busca-se do decisor saber em qual valor de x_1 que uma escolha entre a situação 1 e 3 se tornaria indiferente. Repetindo-se esse procedimento para cada par de critérios, em que se configura a preferências do decisor, a partir das respostas fornecidas, obtêm-se um conjunto de equações necessárias para solucionar e determinar o valor das constantes de escala de cada critério.

Figura 9 - Representação da situação 3.



Fonte: adaptada de Almeida (2013).

Um dos principais benefícios do procedimento de elicitação baseado em *trade-offs* é que ele permite obter informações detalhadas sobre as preferências do decisor em relação as consequências dos critérios e os impactos que irão refletir no ordenamento das alternativas. Entretanto, como visto acima, pode ser um processo demorado e difícil para alguns decisores fazer escolhas entre alternativas, ainda mais quando envolver um maior número de critérios e situações complexas, o que exigirá um esforço cognitivo muito maior (ALMEIDA, 2013).

Alternativamente, o método de elicitação flexível (sigla em inglês FITradeoff – *Flexible Interactive Trade-off*) oferece uma abordagem para resolver problemas de tomada de decisão, reconhecendo que nem sempre todas as informações são necessárias para chegar a uma solução. Esse método permite avaliações em diferentes etapas do processo de elicitação, adaptando a quantidade de informações conforme o contexto específico do problema e as necessidades do tomador de decisão. O procedimento de *trade-off*, presente nessa abordagem, é considerado sólido em termos de estrutura axiomática, mas estudos mostram que pode apresentar uma taxa maior de inconsistência. A elicitação flexível prioriza comparações baseadas em relações de preferência, ao invés de indiferença como no *trade-off* tradicional, para diminuir o esforço cognitivo do tomador de decisão e reduzir erros e inconsistências no processo. As etapas iniciais do método são semelhantes a outros procedimentos, envolvendo avaliação intracritério e ordenação dos critérios (ALMEIDA, 2013; ALMEIDA et al., 2016).

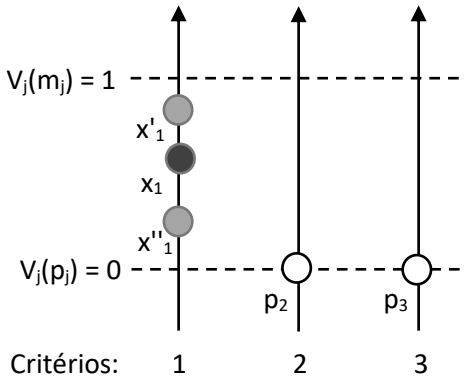
De modo a exemplificar a busca pela relação de preferências do FITradeoff, considere, agora, a situação 4 representada na Figura 10. O ponto x_1 é o ponto de indiferença conforme procedimento *trade-off*, em relação a situação 1, indicada na Figura 7. O procedimento de elicitação flexível busca informações relativas aos pontos em torno do ponto x_1, que seriam os pontos x'_1 e x''_1. Nesse caso, as relações de preferências seriam (x'_1, p_2, p_3) P (p_1, m_2, p_3) P (x''_1, p_2, p_3). Ou seja, num ponto x'_1, o decisor prefere a consequência representada na figura acima em relação a consequência da situação 1 (Figura 7). Porém, um ponto x''_1, o decisor prefere a consequência da situação 1, relativa ao critério 2.

A partir dessas relações, obtidas do decisor, é possível identificar limites de preferências e obter o espaço de constantes de escalas com base em problemas de programação linear. Dessa forma, em cada etapa da avaliação com o tomador de decisão, é verificado se a informação obtida até o momento é suficiente para oferecer uma resposta adequada. Se não for possível, são obtidos outros valores de x'_1 e x''_1 por meio de uma comparação entre critérios vizinhos e subsequente avaliação, repetindo-se até que se encontre a alternativa ideal para o tomador de decisão. Esse método é flexível e exige um menor esforço cognitivo, como pode ser observado, pois é conduzido apenas até o ponto necessário, evitando sobrecarregar o decisor com muitas questões para encontrar o ponto de indiferença (ALMEIDA, 2013).

Com a determinação das constantes de escala é possível a obtenção da função valor global da alternativa, em que o método mais comum de síntese de critério único para se obter essa função é a agregação aditiva. Nesse método, o procedimento de agregação mais utilizado é o modelo aditivo determinístico, que pressupõe uma situação de certeza na obtenção do

vetor de consequências (g) para cada alternativa a, sendo g_j a consequência relativa ao critério j.

Figura 10 - Representação da situação 4.



Fonte: adaptada de Almeida (2013).

Nesse modelo, a avaliação intracritério é realizada por meio da função valor $v_j(a_i)$. Para obter a função valor global da alternativa $V(a_i)$, utiliza-se a seguinte equação (6):

$$V(a_i) = \sum_{j=1}^{n} k_j \, x_j, \qquad em\ que\ x_j = v_j\ (a_i), para\ i = 1, 2, \ldots., m \tag{6}$$

Em que, m representa o número de alternativas e k_j representa a constante de escala para o critério j e é normalizada de modo que (Equação 7)

$$\sum_{j=1}^{n} k_j = 1 \tag{7}$$

A solução de um problema em um contexto de ordenação consiste no ranque das alternativas a partir daquela que obtiver o máximo valor global. Outra propriedade a ser observada no uso de um método de agregação de critério único de síntese é a chamada independência preferencial. Essa propriedade estabelece que a preferências entre duas alternativas a e b não deve mudar em função da inclusão ou exclusão de alternativas.

Essa propriedade é importante porque garante que o resultado da agregação de critérios seja consistente e independente do número de alternativas consideradas. Além disso, a independência preferencial permite que os critérios sejam avaliados independentemente uns dos outros, o que simplifica o processo de tomada de decisão.

No entanto, é importante ressaltar que a independência preferencial pode não ser sempre satisfeita na prática, especialmente quando os critérios são interdependentes ou quando há incertezas na avaliação dos critérios. Nesses casos, é necessário tomar cuidado ao aplicar o método de agregação de critério único de síntese e considerar outras técnicas de tomada de decisão que possam lidar com essas limitações.

Após a aplicação de um método multicritério, torna-se importante a realização de uma análise de sensibilidade, para verificar de que forma as variações introduzidas nos parâmetros característicos do método influenciam os resultados obtidos para avliação de sua estabilidade e robustez (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

Por fim, cabe ressaltar que um método multicritério de apoio à decisão é um conjunto de ferramentas organizadas que auxilia os tomadores de decisão a estruturar e melhorar a eficácia global do resultado das decisões, sendo que as razões que sustentam isso, segundo Gomes, Gomes e Almeida (2009) são:

• os métodos do Apoio Multicritério à Decisão permitem uma abordagem mais abrangente e realista dos problemas complexos de decisão, à medida que torna possível a modelagem de uma diversidade maior de fatores que se encontram envolvidos no processo decisório;

• a utilização da metodologia do Apoio Multicritério à Decisão numa organização de grande porte tem como grande vantagem promover ou facilitar a comunicação e a integração entre as partes envolvidas nos processos decisórios;

• o fato de a metodologia do Apoio Multicritério à Decisão trabalhar com modelos em que as preferências do decisor ficam claramente explicitadas, permite maior organização e transparência do processo decisório, aumentando assim sua credibilidade;

• a metodologia do Apoio Multicritério à Decisão propicia maior compreensão, por parte dos atores envolvidos no processo decisório, das diversas dimensões do problema;

• o método multicritério para apoio à tomada de decisão agrega um valor substancial à informação, à medida que não apenas permite a abordagem de problemas considerados complexos, mas também aufere ao processo de tomada de decisão uma clareza e consequente transparência jamais disponível quando seus procedimentos – ou outros métodos de natureza monocritério – são empregados.

2.5 Revisão de literatura

A revisão da literatura abrangeu, de forma geral, a análise da utilização de métodos multicritérios para apoio à tomada de decisão e, de maneira mais específica, a exploração em problemáticas semelhantes à abordada nesta pesquisa, ou seja, segurança pública. Desta

forma, foram feitas pesquisas no portal de periódicos da CAPES, em uma combinação de diversas palavras-chaves, como *multicriteria decision*, *police investigation*, *law enforcement,* SSM e *police cases*, *counterfeit money*, *ranking problem*, dentre outras. Segundo Mu et al. (2017), a aplicação das abordagens de pesquisa operacional a problema de crime, justiça e trabalho policial ainda são poucas, porém enriquecedoras.

Inicialmente, fazemos menção a um artigo de Kinloch e outros (2008) que tratou da percepção das Forças Policiais do Reino Unido em melhorar o sistema de informações essenciais. O problema expresso foi o da escassez de informação, que em termos policiais se manifesta como um bloqueio que impede os agentes de receberem a informação precisa e relevante de que necessitam para o desempenho das funções associados aos seus papéis. O sistema de registro de crimes à época havia sido substituído e, como consequência, as interfaces com outros sistemas usados pelos Policiais exigiram atualização. Para efeitos do estudo de caso, foi escolhida a interface entre o Data Warehouse (DW) das Forças Policiais e o novo sistema de registro criminal, adotando-se a abordagem da *Soft Systems Methodology* (SSM) de Peter Checkland e o *Viable Systems Model* (VSM) de Stafford Beer. Segundo os autores, o SSM permite que se identifique 'quais' mudanças estão acontecendo no novo sistema de informação, porém sem a capacidade de decidir 'como' tomar ações corretivas, se necessário. Portanto, a abordagem VSM é introduzida no *framework* do SSM na etapa 4, ou seja, dentro do modelo conceitual.

A análise da situação mostrou que a abordagem adotada para introduzir novos sistemas estava causando problemas e que as equipes policiais percebiam que seus pontos de vista não foram levados em consideração quando os sistemas anteriores foram introduzidos, o que foi citado como a principal razão pela qual o fornecimento de informações não era o que deveria ser. Foi introduzido um processo de consulta para envolver o pessoal nas discussões relacionadas com a interface, mas também encorajou o pessoal a sentir que desempenhava um papel importante no trabalho que estava a ser realizado. Com os funcionários se sentindo parte do processo, abriu-se canais de comunicação por meio dos quais qualquer assistência ou esclarecimento sobre determinados assuntos poderia ser obtido. Isso desempenhou um papel importante quando o processo de teste da interface foi iniciado. Assim, percebeu-se que seria benéfico testar a interface antes da data de ativação do sistema, preenchendo um banco de dados de teste com registros 'fictícios'. Caso surgissem quaisquer mudanças nas práticas de gravação nesse ponto, elas poderiam ser levadas em consideração sem qualquer impacto negativo para as atividades policiais.

Assim, interface desenvolvida foi a partir das considerações dos agentes policiais para atender as suas necessidades e, uma vez que o novo sistema de registro criminal foi colocado em operação, forneceu informações para apoiar decisões operacionais que antes não estavam disponíveis. Três meses após a implementação da nova interface, os níveis de criminalidade sob a responsabilidade das Forças Policiais caíram 11%, com as detecções mostrando um aumento de quase 6%. Embora tenha sido considerado um resultado prematuro em anunciar o sucesso ou não do estudo de caso como um todo, foi considerado pelos autores como os primeiros sinais positivos desse processo.

Mu et al. (2017) em seu artigo defende que a análise de decisão multicritério pode ter um impacto positivo na melhoria das políticas e procedimentos no trabalho policial e no sistema de justiça criminal como um todo. Em especial, a pesquisa apresentada propôs uma abordagem inovadora para lidar com as filas de identificação de testemunhas oculares pela polícia. Os métodos tradicionais geralmente apresentam suspeitos sequencialmente, um por um, utilizando uma abordagem de reconhecimento de memória Sim-Não baseada em princípios psicológicos. No entanto, o método proposto representa uma mudança de paradigma ao tratar a identificação de testemunhas oculares como uma questão de priorização, em vez de ser apenas uma tarefa de reconhecimento de memória, baseando-se para isso no Analytic Hierarchy Process (AHP), método multicritério amplamente utilizado em tarefas de priorização. Além disso, apresenta suspeitos não sequencialmente, mas em pares, seguindo a abordagem PAIR que utiliza comparações em pares e uma estratégia de priorização, fundamentadas na tomada de decisão multicritério, para identificar o suspeito culpado.

Os resultados dessa pesquisa demonstram que, em comparação com o método tradicional de reconhecimento de memória Sim-Não, a abordagem PAIR resultou em, significativamente, menos identificações falsas, enquanto mantém um número comparável ou até mesmo maior de identificações corretas. As descobertas tiveram um potencial significativo para propor melhorias no processo de depoimento de testemunhas oculares, o que é crucial, uma vez que identificações falsas representam a principal causa de condenações injustas de pessoas inocentes. Assim, Mu et al. (2017) concluíram que a pesquisa apresentada possui um potencial promissor para aprimorar consideravelmente as práticas atuais no âmbito policial e judicial.

No trabalho de pesquisa de Lima (2019), foi apresentado um modelo de decisão multicritério para classificação e gestão de operações policiais no âmbito da Polícia Federal Brasileira". Em síntese, procurou destacar que o número de operações, naquela oportunidade, apresentava números crescentes e, assim, tinha o objetivo de realizar a classificação das

operações policiais da Polícia Federal da Delegacia de Crimes contra o Patrimônio e Tráfico de Armas (DELEPAT) por meio de um método de decisão multicritério, para, a partir dessa classificação, definir de forma mais objetiva o recrutamento de policiais federais e de outras forças policiais para o cumprimento dos mandados judiciais ou para a intervenção policial durante a execução do crime. Tudo isso visando melhorar a gestão e o planejamento de operações policiais, com melhor dimensionamento da força policial e ser empregada na execução das atividades operacionais. Nos resultados apresentados foi possível analisar 10 (dez) operações policiais do âmbito da DELEPAT e classificá-las em 04 (quatro) classes distintas. A partir dessa classificação foi possível definir o melhor efetivo a ser empregado em cada uma das situações, contribuindo para o planejamento das operações policiais.

Cunha (2019), apresenta uma pesquisa, cujo objetivo foi estudar a priorização das operações policiais especiais na Polícia Federal, que são aquelas que, ao tempo em que demandam mais recursos e técnicas especializadas, também promovem a efetividade da ação policial de maneira mais ostensiva e contundente, fazendo uso de um método multicritério de apoio à decisão. Para estruturar a problemática fez uso do método *Value-focused thinking* (VFT) para a identificação dos objetivos e das melhores oportunidades de decisão, sendo o método FITradeoff (ALMEIDA et al., 2016) usado em apoio ao processo decisório para elicitar as preferências, definir as constantes de escala, além de estabelecer a ordenação das operações baseadas nas preferências do decisor. Por fim, diante de uma problemática de portfólio, utilizando-se, como restrição, o material humano, foi apresentado um modelo original a ser utilizado pela Polícia Federal para, baseado nas preferências do decisor, mas com fundamentos teóricos e com uma base metodológica, tornar mais técnica e competente a priorização das operações policiais especiais.

Por sua vez, Faveri (2019), apresentou uma análise multicritério para investigações policiais, considerando a escassez de informação e tratando as imprecisões. Assim, foi proposto um modelo geral para classificação em importância e em urgência de notícias de crime e ordenação em importância de inquéritos da Polícia Federal, por meio da identificação e utilização de métodos de apoio multicritério à decisão, procurando gerenciar a alocação de recursos humanos e materiais disponíveis na atuação prioritária em casos urgentes. Para a estruturação do problema foi usado o método *Value-focused thinking* (VFT) e, em virtude de uma racionalidade não compensatória do decisor, utilizou-se o método PROMETHEE II para ordenação dos inquéritos policiais e o método FLOWSORT para classificação das notícias de crime.

A partir de casos reais, os modelos foram testados e os resultados submetidos a estudo de caso por meio de pesquisa com experientes policiais federais. Também foram elaborados modelos adicionais que possibilitam uma maior preservação das informações subjetivas do decisor e o tratamento de imprecisões e incertezas através de extensões ao FLOWSORT, com a utilização de fluxos intervalares e conjuntos *fuzzy*. Assim, a pesquisa apresentou-se como precursora no campo da segurança pública, demonstrando a possibilidade do uso de técnicas avançadas e o desenvolvimento de metodologias no gerenciamento da instituição policial, destacando, porém, a escassez de pesquisas no gerenciamento de recursos destinados às investigações policiais.

Basílio e outros (2021) apresentaram um estudo com objetivo de escolher a melhor estratégia ou combinação de abordagens para reduzir os índices de criminalidade em um local específico no Brasil, a partir das demandas operacionais da cidade do Rio de Janeiro, mapeadas pelo Instituto de Segurança Pública (ISP). Uma vez que essa redução da criminalidade impacta diretamente na mobilidade das pessoas, na revitalização de espaços públicos, na expansão da economia local ou regional, pois permite que empresas e negócios se estabeleçam, ampliando a oferta de empregos e o desenvolvimento local. Além disso, a identificação das melhores estratégias de policiamento para um determinado cenário implica e contribui para a otimização dos recursos humanos e logísticos a utilizar na resolução do problema.

O estudo relatou quatro principais estratégias de policiamento que orientam as atividades de combate ao crime em vários países. A primeira estratégia, denominada policiamento tradicional, os recursos disponíveis nas delegacias foram aplicados de forma aleatória e independente do índice de criminalidade local e da demanda de aplicação da lei. As outras quatro estratégias direcionaram os recursos disponíveis para *hotspots* locais, ou seja, policiamento comunitário, policiamento orientado para problemas, policiamento de *hotspot* e policiamento preditivo. A partir do conhecimento das estratégias de policiamento e da premissa de que os crimes ocorrem de forma diferenciada nas diversas localidades, desenvolveu-se um modelo de hierarquização das estratégias de policiamento em função da demanda policial. O modelo foi baseado em uma pesquisa operacional usando um método MCDA, o PROMETHEE II.

No total, foram listadas 20 demandas de aplicação da lei e 14 estratégias de policiamento formuladas a partir da revisão da literatura que foram utilizadas como alternativas no modelo. No ranking resultante, as três primeiras posições foram ocupadas por estratégias de policiamento dirigido: radiopatrulha, motopatrulha e operação de ação

repressiva (buscas). Essas estratégias tiveram o impacto mais forte na redução da taxa de criminalidade no contexto da amostra do estudo. Isso também indicou a preferência dos tomadores de decisão da agência policial estudada por estratégias de policiamento focadas e de resolução de problemas. Assim, as atividades policiais formatadas sob as premissas da estratégia de policiamento tradicional têm um impacto menor na redução da criminalidade do que as estratégias que direcionam recursos para atender a demandas específicas de aplicação da lei. Além disso, o estudo concluiu que essa inferência reforça as observações relatadas na revisão da literatura sobre o tema.

Por fim, o trabalho de Oliveira e Ferreira (2022) apresentou uma nova abordagem para a seleção de peritos criminais federais em uma unidade técnico-científica da Polícia Federal. Essa abordagem utilizou um método de agregação por meio de critério único de síntese chamado FITradeoff, baseado em uma abordagem multicritério. Para estruturar o problema, foi aplicada uma abordagem chamada AFT (*Alternative Focused Thinking*), especificamente o método SSM (*Soft System Methodology*).

Após mapear a problemática e defini-la como um problema de ordenação, foi criada uma matriz consequência contendo seis alternativas e cinco critérios. O objetivo era apoiar a melhor escolha, levando em consideração a equidade de carga de trabalho entre os profissionais. Utilizando o sistema de apoio à decisão (SAD) FITradeoff, as constantes de escala foram ordenadas e foi realizada uma elicitação flexível. Por fim, as alternativas foram ranqueadas sendo, posteriormente, realizados testes de sensibilidade para confirmar a robustez dos resultados obtidos.

3 PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES POLICIAIS NO COMBATE AO CRIME DE MOEDA FALSA

Nesse capítulo é tratada a construção do modelo de análise multicritério desde as etapas de estudo da situação, expressando a situação-problema, definindo os objetivos e critérios, bem como realizando a modelagem de preferências até a escolha do método multicritério a ser utilizado na análise.

3.1 Construção de modelos

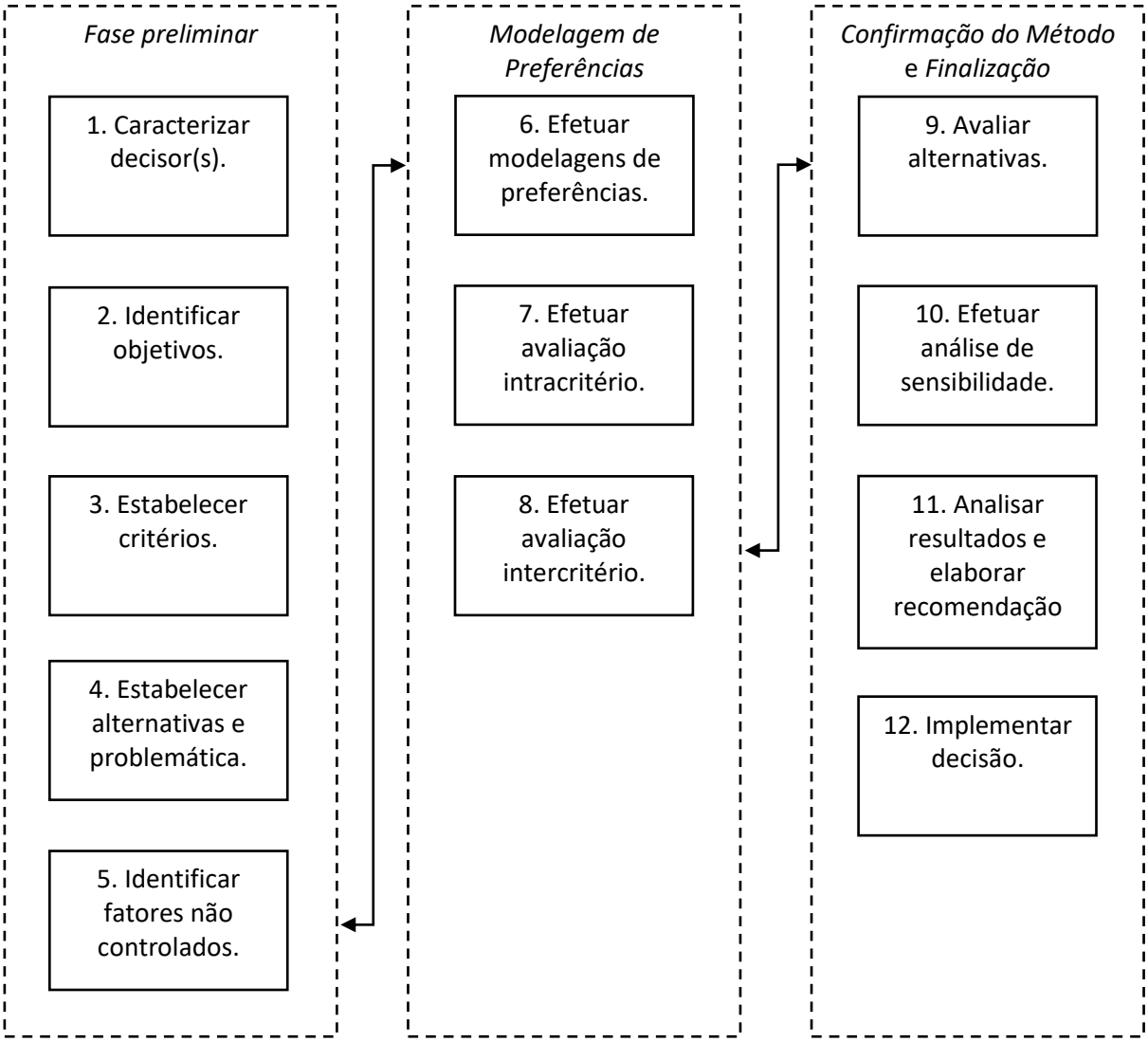
A modelagem de um problema nem sempre precisa ser realizada de uma única vez, podendo ocorrer ciclos entre as fases objetivando correções e ajustes. Assim, em qualquer fase, pode-se perceber a necessidade de aprimorar fases anteriores, pois nem sempre todos os fatores são levados em consideração numa primeira análise. Logo, no momento de validação do modelo ou, ainda, na implementação dos resultados, pode-se notar inadequações que exigem a retomada e ajustes de etapas anteriores da modelagem ainda que, para isso, seja necessário reiniciar a primeira etapa (CAUCHICK-MIGUEL, 2012).

Um procedimento que envolve uma abordagem *soft* da PO para a construção de um processo que modele um contexto de decisão multicritério é proposto por Almeida (2013). Esse procedimento é composto por três fases principais que consistem em *Fase preliminar*, *Modelagem de Preferências e Confirmação do Método* e *Finalização*. Essas fases são divididas internamente em etapas, aplicando-se a abordagem de refinamentos sucessivos (Figura 11).

A primeira fase ou fase preliminar, que inclui cinco etapas, consiste na estruturação do problema de decisão, havendo a possibilidade da aplicação de alguns dos métodos de estruturação de problemas. Na segunda fase, os fatores que têm maior influência sobre a escolha do método de decisão multicritério são estruturados dentro da modelagem de preferências. Nas etapas dessa fase deve haver um sequenciamento de ações mais flexível recorrendo, sempre que possível e necessário, a abordagem de refinamentos sucessivos, buscando a melhor representatividade para a situação analisada na escolha do método de decisão multicritério mais ajustado ao contexto estudado e na construção da modelagem da problemática (ALMEIDA et al., 2019), chegando-se ao modelo consolidado. Por fim, na terceira fase do procedimento, com o modelo já consolidado, são avaliados os resultados encontrados, realizada a análise de sensibilidade e, com isso, a aderência e robustez das

soluções apontadas, devendo-se sempre ter em mente a possibilidade de retorno às fases anteriores para modificações ou ajustes que se fizerem necessários.

Figura 11 – Etapas e fases do procedimento.



Fonte: Adaptada de Almeida (2013).

Durante a análise de sensibilidade, na problemática de ordenação, por exemplo, destaca-se a importância de avaliar o grau de alteração na ordem das alternativas, a partir da variação da performance de um ou mais critérios ou valores de constantes de escala, verificando a estabilidade dos resultados preliminarmente alcançados e permitindo identificar os pontos em que o modelo apresenta maior sensibilidade a possíveis mudanças de valores. Isso pode denotar uma característica do processo decisório modelado ou, ainda, a necessidade de se voltar a alguma etapa anterior, a fim de melhor adequar esses parâmetros.

Vale ressaltar que como todo modelo, existe uma certa imprecisão associada, havendo, assim, riscos envolvidos no processo. Além disso, para a implementação da decisão ressalta-se a necessidade de se recorrer às informações obtidas na etapa inicial, especificamente, a partir dos métodos de estruturação de problemas em que se procura compreender o contexto cultural e organizacional do meio em que a situação em estudo está inserida. Isso é fundamental para o comprometimento dos envolvidos, evitando atrasos ou adiantamentos que podem ser prejudiciais a implementação da decisão tomada.

3.2 Proposta de modelo multicritério

Conforme discorrido nos capítulos anteriores, a Polícia Federal, a partir de 2019, promoveu com o projeto PROMETHEUS uma nova abordagem no tratamento das notícias-crime, procurando otimizar a abertura de inquéritos policiais e agrupar informações relacionadas a um tipo criminal, a partir da análise de dados e informações, visando reduzir o número de inquéritos sem solução. O crime de moeda falsa foi incluído nesse projeto, o que muda significativamente a abordagem realizada, até então, pela Polícia. Anteriormente, para cada notícia-crime apresentada um inquérito policial seria aberto e os procedimentos de polícia judiciária eram realizados. No entanto, pala falta de elementos básicos necessários ao bom andamento de uma investigação, raro eram os resultados que levavam a prisão dos envolvidos naquela falsificação, bem como ao desmantelamento do laboratório produtor.

Somado a isso, desde 2008, o SEPDOC realiza, em parceria com o Banco Central do Brasil, estudos periciais de cédulas falsas, o que permitiu o desenvolvimento de um sistema de classificação de moeda falsa. Assim, desde essa época, as cédulas falsas retidas pela rede bancária, ou, ainda, apreendidas pela Polícia Federal eram submetidas a um estudo minucioso para identificação dos elementos gráficos simulados, formas de execução dessas simulações e tipos de papéis utilizados na falsificação para buscar o reconhecimento de padrões que permitissem o agrupamento dessas falsificações. Esses agrupamentos foram chamados de *classe* que é um conjunto de cédulas falsas, de uma só denominação e de mesma família, que guardam entre si características físicas e gráficas semelhantes e que indicam uma fonte de produção comum. A denominação é o valor de face que a cédula apresenta e por família designa-se o conjunto de cédulas e moedas de diferentes denominações componentes do sistema monetário oficial e que possuem características pictóricas e de segurança semelhantes entre si.

Essas classes de falsificação é que permitiram o agrupamento das notícias-crime de moeda falsa do projeto PROMETHEUS e assim, para cada agrupamento, é possível a abertura

de um inquérito policial para investigar, agora, não apenas uma cédula, mas um agrupamento de cédulas que indicam uma fonte de produção comum. O rastreamento dessa classe de falsificação é que permite chegar ao laboratório produtor da falsificação e, com isso, conter na fonte a atividade criminosa.

Complementando todas essas mudanças, a reorganização, promovida em 2020, da Polícia Federal em sua estrutura organizacional com a criação da UERF alavancou os trabalhos e permitiu uma nova era na investigação do crime de moeda falsa na Polícia Federal.

Todo esse conjunto de mudanças institucional e simbiose institucional entre a Polícia Federal, Banco Central do Brasil e Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (Correios) permitiu a realização de diversas operações policiais para desmantelamento de laboratórios produtores de moeda falsa, desde 2020, atingindo marcas históricas em tempo recorde, como a apreensão de 120 mil cédulas por ano nessas operações, além do desmanche de mais de 20 laboratórios em todo o país (PORTAL R7, 2022).

No entanto, o enfrentamento dessa modalidade criminosa ainda exige muitos esforços, uma vez que se encontram ativas 328 classes de falsificação, o que indica uma quantidade significativa de laboratórios que ainda perpetuam essa atividade. A polícia, como outros órgãos governamentais, tem suas limitações e não possui estrutura para abrir, ao mesmo tempo, investigações a todas essas classes de falsificação, com o objetivo de localizar os respectivos laboratórios. Assim, depara-se com um problema de decisão qual seja definir a ordem das classes de falsificação a serem investigadas, diante de todas as identificadas, de forma a otimizar os resultados com os recursos disponíveis e entregar a melhor resposta para a sociedade.

Incialmente, cumpre esclarecer que as investigações resultantes desse sucesso da nova abordagem da Polícia Federal, advieram de casos que já estavam sob investigação, porém, sem um desfecho definido, pois necessitavam de algum elemento chave que permitisse o deslinde do caso. Com as informações das classes de falsificação, alguns elos foram vinculados, como a ligação entre apreensões que foram executadas ao longo da investigação em determinadas localidades, o que permitiu fechar o cerco quanto à localização dos laboratórios.

Após isso, novas investigações foram realizadas e operações policiais concretizadas, porém, começando a surgir questionamentos de priorização das classes de falsificação, dado o volume expressivo que ainda remanesce e que continua surgindo, pois vale ressaltar que a cada reunião do Grupo de Trabalho Técnico da PF com o BACEN (GTT-PF-BACEN),

realizada a cada dois meses, novas classes surgem, o que acrescenta maior dificuldade a questão. Desta forma, alguns questionamentos são apresentados para a situação em estudo:

1. Como realizar a priorização dessas investigações? Ou, ainda, como elas são atualmente realizadas? Lembrando que aqui não se trata de restringir uma ou outra investigação, porém definir parâmetros que permitam uma melhor avaliação com o objetivo de direcionar os meios disponíveis àquelas percebidas como mais relevantes e, assim, gerenciar os recursos para potencializar os resultados.

2. Deveriam as classes de falsificação serem levadas em consideração nessa priorização? Se sim, sob que critérios seriam avaliadas para a realização de uma escolha acertada? Para uma investigação acontecer e alcançar o resultado almejado, que é a interrupção da atividade criminosa em sua fonte, muitos fatores estão envolvidos. Assim, definir o papel da classe de falsificação nessa priorização se torna importante, bem como a razão de uma classe ser priorizada em detrimento de outra.

3. Quais são os atores envolvidos nesse processo ou que podem exercer alguma influência no procedimento de priorização? A autoridade policial tem a responsabilidade de conduzir a investigação, definir prioridades, bem como ser o alvo de cobrança de resultados. No entanto, o responsável pela condução de um inquérito policial está inserido em uma teia hierárquica, dependendo do resultado do trabalho de outras equipes de policiais e, até mesmo, do trabalho de outros órgãos ou entidades parceiras. Assim, o processo de decisão não é simples e solitário, pois acaba precisando integrar outras vozes que nem sempre se apresentam com protagonismo diante dos holofotes de uma investigação.

4. Quais as restrições, sejam operacionais, sejam culturais-organizacionais ou outras a serem identificadas que podem interferir na priorização? Aspectos organizacionais devem ser levados em consideração, pois nem sempre a cultura organizacional da instituição está madura para absorver uma decisão que repercutirá em todas as unidades de modo que passem a caminhar em uma mesma direção. A implementação de qualquer mudança deve ser vista com a devida cautela, de modo a evitar o acirramento dos atritos institucionais.

3.2.1 Estudo da situação e expressão da situação-problema

O diagnóstico da situação foi realizado, objetivando melhor compreender e expressar a situação-problema e, com isso, buscar identificar os fatores influenciadores de uma possível ordenação de classes de falsificação para priorização em investigações. Alguns policiais que já haviam trabalhado e outros que ainda trabalham seja na UERF, bem como no SEPDOC, foram arguidos, acerca da percepção que possuem da investigação de moeda falsa e como

vinham sendo conduzidos os trabalhos, baseado em suas próprias experiências. Como esses policiais se encontravam em diversas unidades da Federação, foi realizada uma breve exposição virtual que explicava a presente pesquisa sendo apresentado na sequência um questionário eletrônico semiestruturado para captar essa percepção da situação.

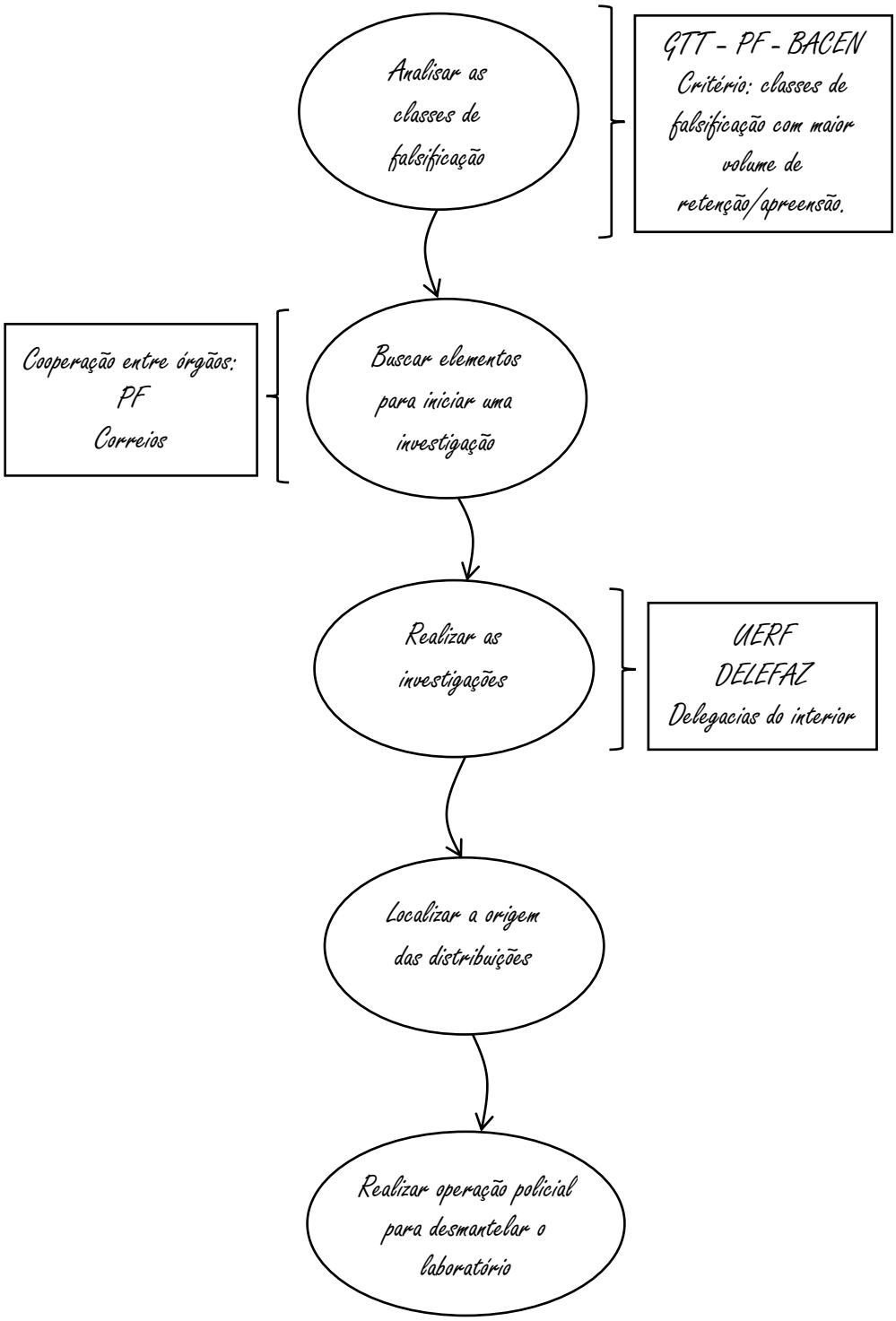
A maioria dos policiais entendeu haver um procedimento investigativo que define a classe de falsificação a ser investigada. Uma das percepções (Figura 12) acredita que essa definição parte do grupo de trabalho, em que participam o SEPDOC, UERF e o BACEN, e que o critério sopesado seria o volume de cédulas falsas retidas/apreendidas de uma determinada classe de falsificação que estivesse causando um maior dano no sistema financeiro. A qualidade da falsificação também foi citada como um critério adicional e indicativo da necessidade de investigação de uma determinada classe de falsificação. A partir desse dado, os trabalhos se iniciariam focando em apreensões ou dados de apreensões daquela classe de falsificação definida e, por meio das investigações dos envolvidos, buscar-se-ia uma origem em comum daquelas cédulas distribuídas, a fim de se chegar na fonte de produção e realizar o desmantelamento do laboratório.

Por outro lado, outra percepção observada (Figura 13) é de que a definição do alvo a ser investigado não se iniciaria a partir da predefinição da classe de falsificação. Mas sim com as apreensões de cédulas falsas que poderiam ser dar de qualquer forma desde denúncias, anúncios em redes sociais ou um trabalho investigativo da Polícia, independente da classe de falsificação. A partir dessas diversas apreensões e suas origens, buscar-se-ia a vinculação daqueles elementos investigativos que apresentassem a mesma classe de falsificação, o que indicaria uma provável fonte de produção para se chegar no desmantelamento do laboratório.

Pode-se tentar entender que essas duas percepções observadas e distintas são resultado de um processo de metamorfose pela qual o processo de investigação do crime de moeda falsa está passando. Como ocorreram mudanças recentes na abordagem do tratamento investigativo às notícias-crime, isso pode refletir na percepção dos policiais de como a matéria é tratada. Uma das percepções, que se pode chamar de antiga abordagem, vai na direção que as investigações iniciam, as apreensões são executadas e são analisados os fluxos de distribuição das cédulas falsas, buscando, posteriormente, a vinculação dos elementos investigados por meio da classe de falsificação (Figura 13). A outra percepção, de modo diferente, que chamamos aqui de nova abordagem, indica que os trabalhos se iniciam sabendo do vínculo que deve nortear as atividades (a classe de falsificação), desenvolvendo-se as investigações e as apreensões com o fito de alcançar o resultado esperado (Figura 12).

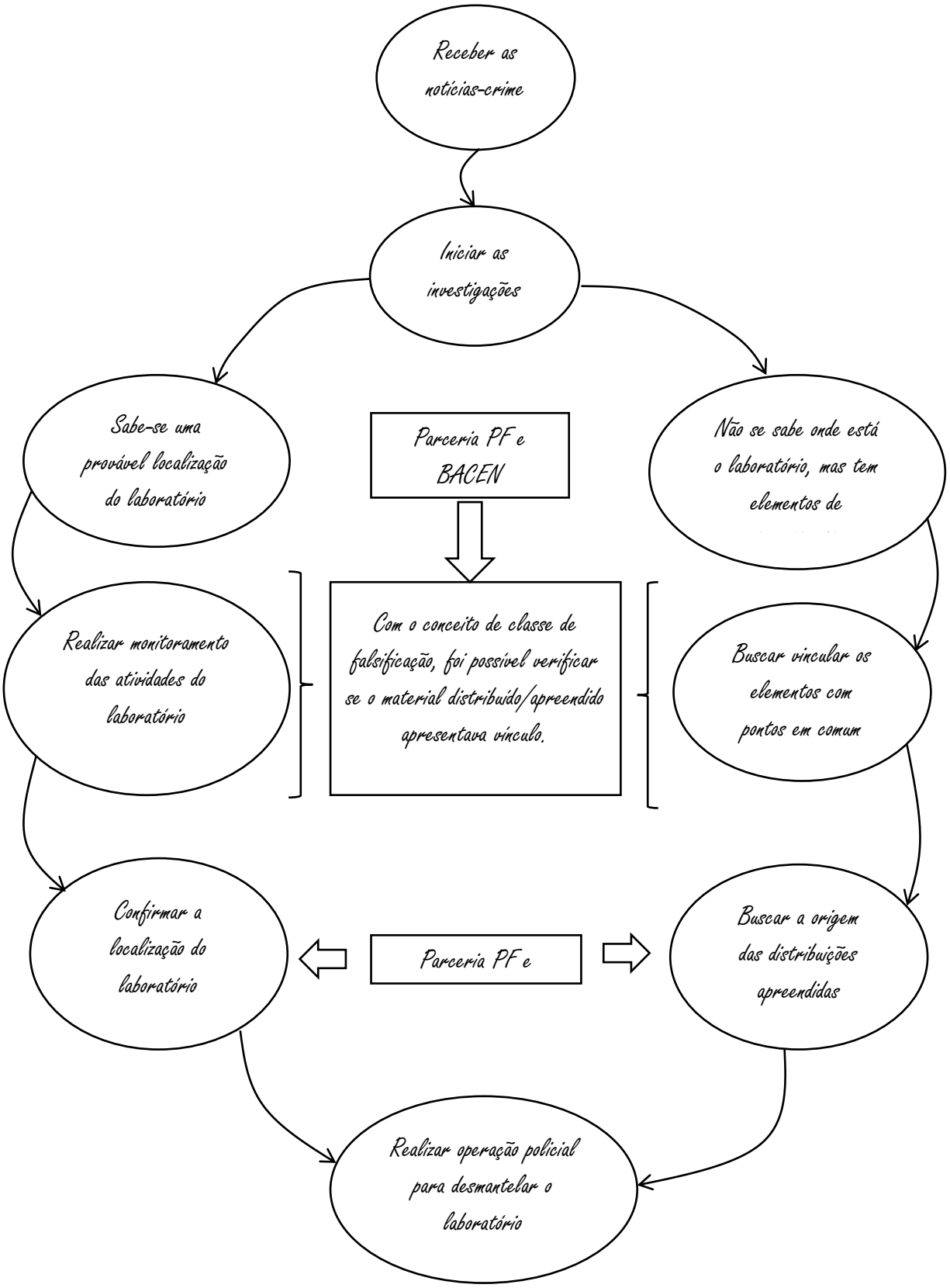
No entanto, independente da forma como se desenvolva, percebe-se que as priorizações das investigações ocorrem, atualmente, envolvendo o conceito de classe de falsificação, seja para definir um rumo no início da investigação, seja para fechar os vínculos de indícios já investigados, a fim de robustecer o trabalho em andamento.

Figura 12 - Sistema nocional de investigação do crime de moeda falsa – nova abordagem.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Figura 13 - Sistema nocional de investigação do crime de moeda falsa – antiga abordagem.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

No primeiro caso, as percepções constatadas destacam que existe um critério para avaliação de importância de uma classe de falsificação com o fito de priorização. Esse critério trata-se da quantidade de cédulas retidas nas redes bancárias de uma determinada classe de falsificação, sendo assim um fator decisório para definir como uma prioridade a ser investigada. Porém, não é feita uma comparação dentro do universo existente de classes de falsificação, mas sim é destacada a classe que apresenta crescente volume de retenção na rede bancária. No segundo caso, de investigações que se encontram em andamento, com diversos elementos apurados incluindo a provável localização do laboratório produtor, a confirmação que uma determinada classe de falsificação partiria desse laboratório e vincularia as diversas apreensões já realizadas no decorrer dos trabalhos investigativos, determinaria, também, a priorização do caso. Nesse caso, a classe de falsificação serve mais para robustecer os elementos de prova e de convicção que a investigação está no caminho certo. A investigação, então, acaba sendo priorizada por já estar avançada e próxima ao deslinde.

Todos os policiais participantes da pesquisa entenderam como importante, definir um ranque de classes de falsificação a serem investigadas, considerando a necessidade de otimizar o uso de recursos humanos e materiais, propiciar maior celeridade nas ações investigativas da Polícia Federal, cessar a circulação de moedas falsas que causam maior prejuízo à sociedade, focando nos maiores produtores e que estão há mais tempo no mercado da falsificação. Um aspecto também destacado foi a existência de quantidade significativa de laboratórios a serem desmantelados, o que, desta forma, uma ordenação/priorização permitiria maior foco de trabalho, evitando-se dispersões oriundas do volume de casos a serem resolvidos. Essa uniformização e centralização com objetivos pré-definidos e alinhados na Polícia Federal, com melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, foi apontado como um fator que propiciaria alcançar com maior rapidez o desmantelamento de laboratórios produtores, fazendo-se cessar a conduta criminosa em sua fonte.

Da mesma forma que foi entendido como importante haver uma ordenação de classes de falsificação a serem investigadas, houve, também, o reconhecimento da inexistência de um procedimento que realiza essa ordenação, sendo apresentadas algumas razões para isso as quais serão expostas a seguir.

Reforça-se que as priorizações das investigações (Figuras 12 e 13) não são fundamentadas em uma análise do universo existente de classes de falsificação, mas tão somente em algumas classes apontadas como importantes, segundo o volume de cédulas retidas pela rede bancária ou, ainda, de investigações já em andamento, independente de classe de falsificação.

Uma das razões apontadas para essa inexistência de um procedimento assim é a dificuldade de se manter uma equipe especializada trabalhando dedicadamente ao combate de falsificação de moeda, o que prejudicaria o desenvolvimento de metodologias de priorização dado essa rotatividade de policiais. Outro ponto é a recentidade da temática, pois apesar de a classe de falsificação ser desenvolvida desde 2008, há pouco mais de dois anos é que foi introduzida no contexto investigativo. Por fim, o volume de trabalho também é apontado como uma das causas que sufoca iniciativas como essa, fazendo com que os trabalhos continuem ocorrendo da mesma forma e que as priorizações continuem definidas por meio da intuição dos investigadores ou, ainda, a partir da análise dos dados técnicos do GTT-PF-BACEN que sugere uma priorização, porém baseada em um único critério, sem levar em considerações outros fatores e o universo de classes existentes.

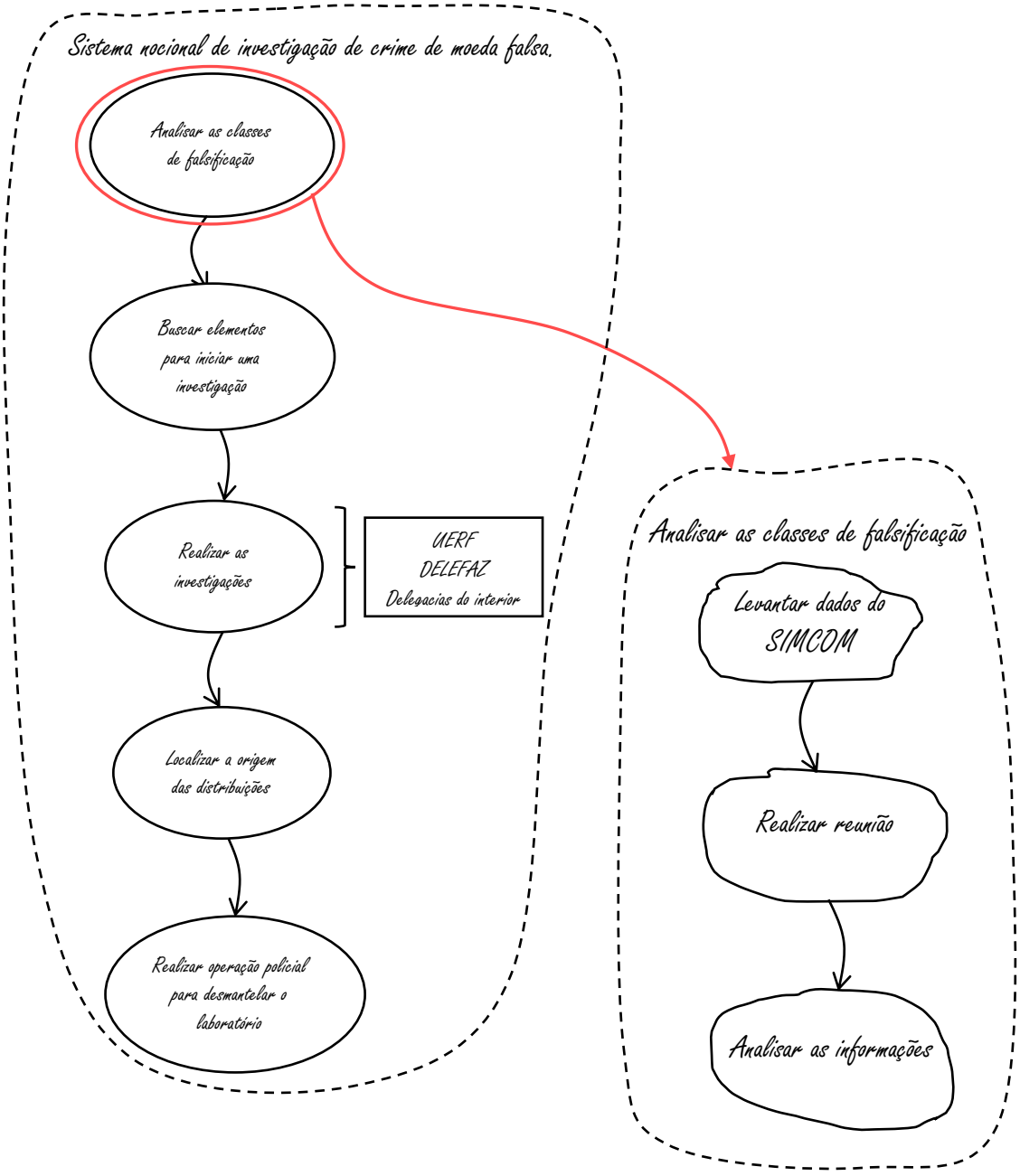
Assim, a partir desse diagnóstico e da representação dos sistemas nocionais que envolvem a investigação de crimes de moeda falsa (Figuras 12 e 13), a problemática a ser estudada no presente trabalho se debruça sobre o subsistema "analisar as classes de falsificação" (Figura 14). A entrada desse subsistema são os relatórios de retenções da rede bancária separados por classes de falsificação e a saída (o produto) é a indicação de classes de falsificação que apresentam relevância investigativa a partir da análise dos números desses relatórios.

Como já exposto, o objetivo principal, a partir da compreensão de como os casos são selecionados para investigação, é estruturar de maneira mais transparente e eficiente a seleção dos alvos a serem investigados. Esse processo envolve a ordenação das classes de falsificação a serem investigadas, seguindo critérios científicos estabelecidos previamente, por meio de um método multicritério que respeite a racionalidade e as preferências do decisor. É importante ressaltar mais uma vez que essa ordenação não é uma imposição, mas sim uma decisão relevante para o gestor responsável, que permite um gerenciamento mais eficiente dos recursos disponíveis. Faz-se necessário, também, ressalvar que o andamento de uma investigação pode ser influenciado por diversos fatores, incluindo limitações estruturais e a ausência de elementos fundamentais para o seu desfecho e que, portanto, a ordenação estabelecida pode sofrer alterações ao longo do processo, porém, é um importante referencial para as ações da Polícia Federal no combate as falsificações da moeda nacional.

Como resultado desse diagnóstico, a UERF foi unanimemente indicada, na percepção dos policiais entrevistados, como a responsável por essa ordenação das classes de falsificação a serem investigadas. Ainda que outras unidades tenham sido apontadas como corresponsáveis, como o SEPDOC, o BACEN, as Delegacias Fazendárias (DELEFAZs) e os

Correios, vale-se frisar que a UERF tem a responsabilidade normativa da coordenação e planejamento das ações no combate à falsificação de moeda, logo o decisor é o responsável pela unidade.

Figura 14 - Detalhamento do subsistema “analisar as classes de falsificação”.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Decisões como essa, por certo, podem ter influências de outras unidades que visam colaborar para o bom andamento dos trabalhos. Quanto a isso, o SEPDOC foi o principal indicado pelos policiais entrevistados, sendo seguido pela UERF e BACEN em segundo

lugar, os Correios, em terceiro, e, por fim, as delegacias das unidades descentralizadas (DELEFAZ) da Polícia Federal. Nota-se que, assim como a UERF foi unanimemente indicada como a unidade responsável pela decisão de um ordenamento de classes de falsificação a investigar, o SEPDOC da mesma forma é, na percepção dos entrevistados, a unidade unanimemente indicada como influenciadora desse processo decisório de ordenação das classes a serem investigadas. No caso da indicação feita da própria UERF influenciar o processo seria no sentido da contribuição que poderia advir dos seus integrantes e não somente do seu responsável.

Assim, nota-se que o decisor, o responsável pela UERF, enfrenta uma complexidade nesse processo em que diversos atores podem exercer alguma influência. Por isso, a necessidade de melhor estruturar os critérios que definem a relevância das classes de falsificação para fins de uma ordenação de prioridades, aprofundando a análise que atualmente é feita baseada em apenas um único critério, a fim de robustecer essa análise e lastrear cientificamente o processo decisório.

Do ponto de vista de haver um interessado nessa ordenação de classes, novamente, a UERF foi apontada, pelos entrevistados, como a principal interessada, seguida pelo BACEN e, em terceiro, o SEPDOC. Outras unidades também foram apontadas de forma, menos expressiva, como possíveis interessadas em um processo estruturado de ordenação de classes como os Correios, as DELEFAZs e a própria sociedade. A percepção que a UERF seria a unidade mais interessada em um processo de ranquear, pode ser justificada pela responsabilidade normativa de planejamento e coordenação dos trabalhos investigativos de repressão ao crime de moeda falsa. Quanto ao BACEN, a segunda unidade mais lembrada, talvez se deva justificar pela responsabilidade do gerenciamento do meio circulante aliada a necessidade de acompanhamento das questões relativas à falsificação da moeda para robustecer projetos de elementos de segurança.

Ao redor do mundo, sabe-se que governos revisam periodicamente os elementos de segurança de suas moedas avaliando as ameaças de falsificação. Instituições financeiras e não financeiras em virtude de lidar com grandes volumes de moeda física devem estar particularmente alertas para garantir ações contra a falsificação dentro do sistema financeiro. Para isso, precisam desenvolver e implementar medidas preventivas para detecção e denúncia de cédulas falsas, bem como realizar treinamentos e ações de conscientização (FATF, 2013).

Assim, o BACEN tem a responsabilidade de desenvolver os projetos gráficos das cédulas, buscando uma melhoria contínua dos elementos de segurança e da qualidade gráfica que compõem a moeda nacional. Logo, conhecer os mecanismos de falsificação é de

fundamental importância para que, em contraposição, seja aplicado nas cédulas autênticas elementos gráficos e de segurança que dificultem uma possível reprodução e/ou simulação.

Por fim, diante do diagnóstico realizado, como um ponto de restrição à implantação de um procedimento de ordenação de classes de falsificação a serem investigadas ou ao engajamento das demais unidades, além da UERF, tem-se a percepção que as delegacias descentralizadas apresentam um nível de comprometimento menor com os trabalhos centrais, especialmente em atividades que não resultarão no aprofundamento de uma investigação em suas respectivas localidades. A mera execução de ações como flagrantes, prisões ou, ainda, apreensões, desvinculada de uma investigação local, parece ser um desestímulo inclusive ao cumprimento de tais medidas, o que pode se tornar uma barreira para a efetiva aplicação de um procedimento de priorização com base na ordenação de classes, fazendo com que o processo perca sua força.

Esse aspecto é um dos mais cruciais, pois envolve questões de gestão administrativa que extrapolam qualquer aspecto técnico de uma investigação. Trata-se, única e exclusivamente, de formas gerenciais de implementar mudanças e garantir o comprometimento de todos os envolvidos nesse processo, fazendo cada um compreender sua parcela de importância para o desenvolvimento do todo.

3.2.2 Definições essenciais

A partir do diagnóstico realizado, conforme a metodologia SSM, a questão a ser respondida é: Quais são os nomes dos sistemas nocionais que a partir da expressão da situação-problema parecem relevante para o problema? A importância dessa definição refletirá para a expressão da *root definitions* (definições raiz, em tradução livre, ou definições essenciais). As definições essenciais têm a condição de hipóteses relativas à eventuais melhorias da situação-problema por meio de mudanças a serem implementadas que parecem tanto para o analista do problema como para os proprietários do problema como viáveis e desejáveis (CHECKLAND, 1999).

Assim, dentro do que foi diagnosticado, o trabalho poderia se debruçar sobre o sistema nocional de investigação de crime de moeda falsa, de forma mais ampla, ou, ainda, algum subsistema que pertença ao mais amplo. O importante, é que fique claro qual é o nível que irá se operar, mais amplo ou mais restrito, e o sistema relevante sobre o qual se perceba a oportunidade de melhoria e se deseje realizar a transformação, cujas atividades agrupadas vão ao encontro dos requerimentos apresentados na definição essencial.

Como mencionado no item anterior o subsistema “analisar as classes de falsificação” (Figura 14), integrante do sistema nocional relativo representado na Figura 12, é o foco da presente pesquisa. Esse subsistema tem de entrada as informações geradas a partir de relatórios do SIMCOM, especialmente no registro da quantidade de cédulas falsas separadas por classe que foram retidas na rede bancária. Como resultado dessa análise são apontadas as classes que se destacaram pelo volume de cédulas retidas na rede bancária, o que indicaria a relevância investigativa. Quanto mais cédulas forem retidas indicaria uma distribuição mais agressiva do falsificador, o que poderia gerar maior dano tanto ao sistema financeiro como ao sistema social.

Como esse subsistema acaba apresentando um produto chave para o sistema nocional de investigação de crime de moeda falsa, além de se tornar referência para os trabalhos investigativos, percebe-se que existe uma oportunidade de melhoria a ser enfrentada a partir da estruturação e implementação de uma ordenação de classes de falsificação a serem investigadas de forma transparente, objetiva e científica. Assim, como definição essencial para um novo subsistema de análise de classe de falsificação, visando uma ordenação para prioridade de investigação, apresentamos o seguinte:

> Um sistema de ordenação de classes de falsificação a serem investigadas, obtido a partir critérios pré-definidos que envolvam o maior número de informações relevantes para a investigação, entrelaçando os dados de instituições parceiras, tornando claro e objetivo a todas as unidades da Polícia Federal que investigam o crime de moeda falsa as razões de relevância da ordenação definida, a fim de unir os trabalhos em um mesmo objetivo e propósito (Esta pesquisa, 2023).

Essa seria a diretriz para a modelagem de um novo subsistema que foi considerado relevante dentro da situação-problema abordada. Para auxiliar no refinamento da definição essencial (*root definition*) apresentada, conforme a metodologia empregada, é importante a presença de seis elementos em seu conteúdo (CHECKLAND, 1999). O primeiro deles, o núcleo da definição essencial, é o processo de transformação (*transformation*) envolvido desde os recursos de entrada até os recursos gerados na saída. A transformação é o objetivo direto do resultado de todos os verbos das principais atividades que descrevem o sistema. O *Ownership* (O – Proprietário) do sistema seria quem se preocupa com o sistema ou, ainda, tem o poder de acabar com sua existência. *O Customer* (C – Clientes) que seriam os beneficiários ou vítimas afetadas pelo sistema, o *Actors* (A – Atores) seriam os que executam ou são responsáveis pela execução das principais atividades do sistema, especialmente sua transformação. O *Environmental constraints* (E – Restrições ambientais) no sistema, são

restrições do sistema ou até mesmo de outros sistemas que interajam com o sistema analisado impondo-lhe restrições. Por fim, o sexto elemento, trata-se da *Weltanschauung* ou *Worldview* (W – Visão de mundo) que se trata de uma imagem, uma percepção que se tem do sistema a partir da experiência dos envolvidos na situação-problema.

Esses seis elementos podem ser lembrados a partir do mnemônico CATWOE, que para o novo subsistema de análise de classe de falsificação, alinhado à definição essencial já apresentada, ficariam assim:

> Clientes (**C**ustomer): policiais envolvidos na investigação do crime de moeda falsa.
> Ator (**A**ctor): Responsável da UERF.
> Transformação (**T**ransformation): ordenar as classes de moeda falsa a serem investigadas.
> Visão de mundo (**W**orld view): definir uma ordem de priorização das classes de moedas falsas a serem investigadas, a partir de critérios pré-definidos, não com o objetivo de restrição, mas como um referencial de relevância investigativa que dependerá das informações disponíveis e suficientes para o desenvolvimento das investigações, respeitando a autonomia das unidades descentralizadas.
> Proprietário (**O**wner): Coordenador-Geral de Polícia Fazendária.
> Restrições ambientais (**E**nvironment constraints): Decisões judiciais que podem interferir na priorização estabelecida, fatores culturais-organizacionais de comprometimento de todas as unidades da PF, dificuldade de manutenção de equipe especializada trabalhando nos casos (Esta pesquisa, 2023).

A partir do uso dessa técnica, nota-se que algumas informações não estavam explícitas na definição essencial. Entre elas o responsável pela ordenação das classes de falsificação a serem investigadas, o proprietário que é quem pode paralisar o processo de ranquear, além das restrições ambientais que são fatores que podem influenciar, de alguma forma, no sistema de ordenação.

Essas informações são importantes, porque a metodologia não procura apenas uma solução isolada para o problema apresentado, como na abordagem *hard* da PO, mas também busca identificar outras variáveis relacionadas ao sistema de atividade humano que podem interferir na implementação da solução ou, ainda, impedir sua implementação e que, portanto, devem ser consideradas.

Segundo a experiência desenvolvida no uso da metodologia (CHECKLAND, 1999), além desses elementos é importante integrar a essa análise três questões, representadas por PQR, assim definidas para o caso:

> P: O que fazer? Ordenamento das classes de falsificação para definir prioridades de investigação.
> Q: Como fazer isso? A partir de critérios pré-definidos e com uso de metodologia multicritério de apoio à decisão.

> R: Por que fazer isso? A priorização não tem como objetivo restringir o que investigar, mas de definir um referencial de relevância investigativa claro e objetivo a todas as unidades da Polícia Federal que investigam o crime de moeda falsa, a fim de unir os trabalhos em um mesmo objetivo e propósito (Esta pesquisa, 2023)

Toda essa análise é feita com o objetivo de garantir que se tenha claro o que se deseja fazer, como fazer e as razões que levaram a conceituação de um novo sistema, subsistema ou conjunto de atividades consideradas relevantes para a situação-problema analisada.

3.2.3 Modelo conceitual e identificação dos múltiplos objetivos e critérios associados.

A partir da definição essencial apresentada, o próximo passo é a modelagem de um novo subsistema de escolha de classe de falsificação, analisando-se os critérios que deveriam fazer parte desse processo de decisão, a partir de objetivos que se desejam atingir para melhorar esse subsistema.

Na pesquisa realizada, a partir das respostas apresentadas pelos policiais federais, alguns objetivos puderam ser identificados para a construção desse novo modelo. Um primeiro aspecto a ser observado é a existência de um cenário que se tem centenas de casos a serem investigados, somado à limitação dos recursos de investigação da Polícia Federal, tornando-se assim, inviável, operacionalmente, abrir investigações para todos os casos ao mesmo tempo. Logo, a estruturação de um processo de decisão que visa ordenar as classes de falsificação a serem investigadas teria, por si só, o objetivo de otimizar os recursos investigativos.

De certa forma, esse mesmo objetivo vem permeando as últimas transformações ocorridas na estrutura da Polícia Federal, especialmente na forma de tratamento das notícias-crime a partir do advento da classe de falsificação. Notou-se, desde então, que diversos procedimentos, abertos em diferentes unidades da Polícia Federal, tratavam do mesmo objeto, uma determinada espécie de falsificação que poderia estar em um único procedimento com esforços concentrados, orientados e direcionados. Isso mitigou os desperdícios de esforços em consecuções menores com informações esparsas e sem interligações e, também, reacendeu a necessidade de se chegar à fonte, ao laboratório produtor, de forma a extirpar a atividade criminosa em sua nascente de forma mais uniformizada e centralizada.

No entanto, uma ordenação de classes de falsificação para investigação pode alcançar um objetivo ainda maior que seria interromper a produção de cédulas pertencentes às classes que causam maior impacto no sistema econômico e social. Como já discorrido, os prejuízos causados pela falsificação da moeda nacional envolvem desde a credibilidade e a confiabilidade da moeda até a elevação do índice inflacionário. Fora isso, para famílias de

baixa renda ou empresas de menor porte que tenham sido vítimas do recebimento de cédulas falsas o prejuízo gerado tem maior peso, maior significância. Assim, procura-se com uma ordenação de classes de falsificação a serem investigadas, centralizar esforços naquelas que apresentam maior dano, conforme raciocínio do princípio de Pareto (KOCH, 2015), cujo combate resulte em significativa redução dos impactos econômicos e sociais dessa modalidade criminosa.

Repisa-se que com esse procedimento não se deseja restringir uma investigação ou outra, mas, tão somente, definir um ordenamento de relevância e, com isso, melhorar o uso dos recursos disponíveis e potencializar os resultados para a sociedade. Assim, a partir dessas considerações, construiu-se um modelo conceitual do subsistema de análise de classes de falsificação, buscando identificar os fatores considerados influenciadores de uma decisão de ordenação de classes de falsificação a serem investigadas (Figura 15).

Comparando-se (Tabela 3) esse modelo conceitual com o subsistema nocional do mundo real (Figura 14), observa-se a ausência de diversas atividades que impactariam em um processo de decisão. No entanto, o objetivo dessa comparação, conforme metodologia proposta, não é detectar pura e simplesmente a presença ou ausência de uma determinada atividade e sim questionar e avaliar possibilidades de melhorias da situação-problema expressada no sistema nocional a partir do modelo conceitual concebido, por meio de mudanças implementadas que sejam viáveis e desejáveis (CHECKLAND, 1999).

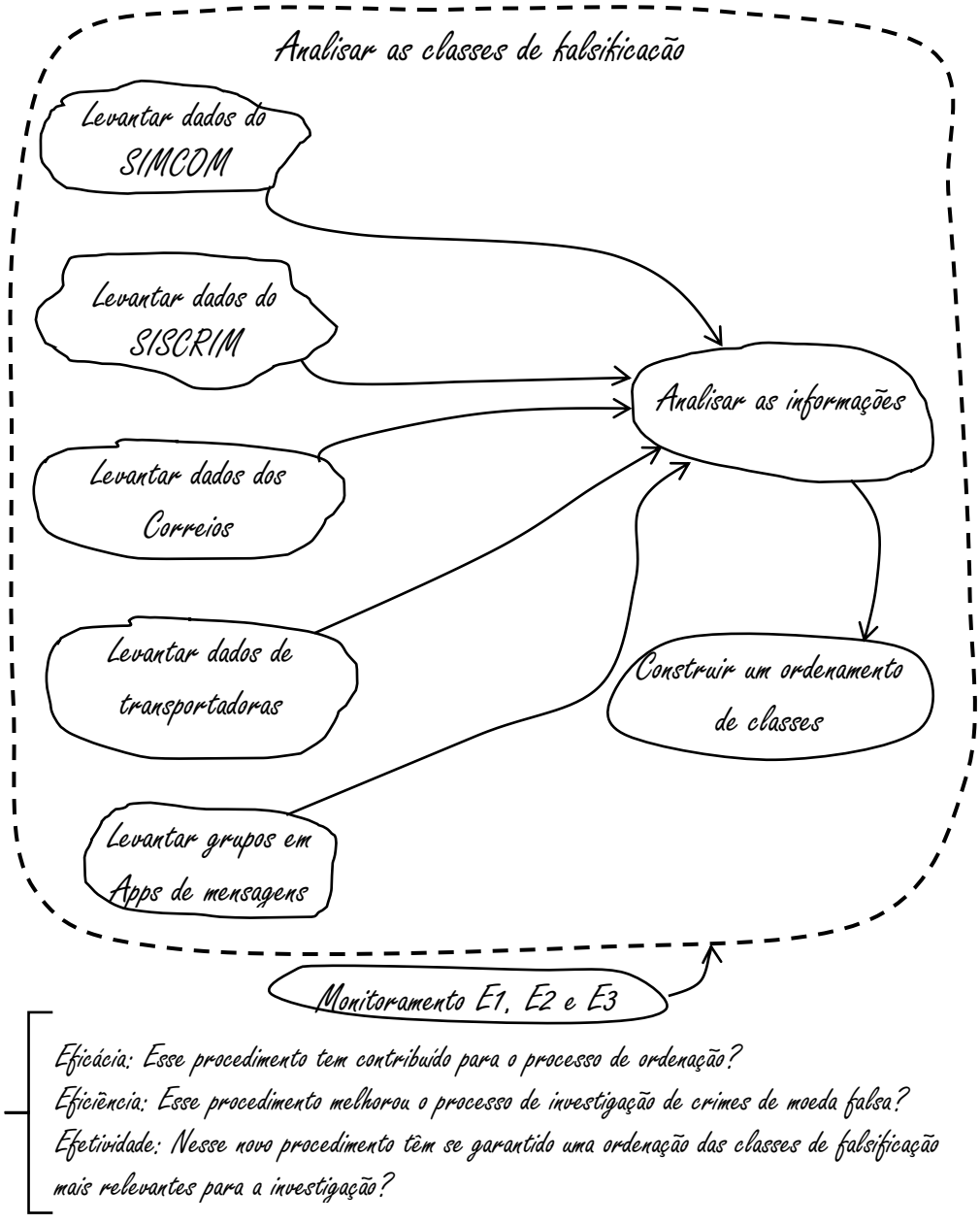
Tabela 3 - Confronto modelo conceitual com a realidade.

Atividades	**Modelo conceitual**	**Mundo real**
1. Levantar dados do SIMCOM.	✓	Parcialmente realizado.
2. Realizar reunião.	Ausente.	✓
3. Levantar dados do SISCRIM.	✓	Ausente.
4. Levantar dados dos Correios.	✓	Ausente.
5. Levantar dados de transportadoras.	✓	Ausente.
6. Levantar APPs de mensagens.	✓	Ausente.
7. Analisar informações.	✓	✓
8. Ordenar as classes de falsificação.	✓	Parcialmente realizado.
9. Monitoramento E1, E2 e E3.	✓	Ausente.

Fonte: Esta pesquisa (2023).

No mundo real, a principal saída desse subsistema nocional de análise de classe de falsificação é a identificação das classes de falsificação que apresentem maior relevância para a investigação segundo um único critério que se refere à quantidade de retenções registradas pela rede bancária. Na comparação com o modelo conceitual, observa-se oportunidades de melhorias, principalmente na ampliação de critérios para uma avaliação mais profunda de ordenação de classes de falsificação, visando o alcance do objetivo principal que é a retirada de circulação das classes com maior potencial de dano à economia e à sociedade.

Figura 15 - Subsistema conceitual “Analisar as classes de falsificação”.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Esses critérios se vinculam indiretamente ao objetivo principal por meio dos objetivos secundários, que são caminhos que permitem melhor detalhar e descrever a forma de atingir o que se está propondo, os quais devem ser analisados sob a ótica do "viável" e "desejável" a fim de implementar as melhorias no subsistema de análise de classes de falsificação. Desta forma, foram identificados 7 (sete) critérios (Tabela 4) que representariam esses objetivos e forneceriam elementos para melhor avaliar o desempenho das alternativas da problemática sob estudo, cujas especificidades serão descritas a seguir.

Tabela 4 - Objetivos, critérios, tipo e direção de preferência.

Objetivo	**Critério**	**Unidade**	**Tipo**	**Direção de preferência**
Avaliar a capacidade de produção e distribuição	Quantitativo retido/apreendido (QRA)	Cédula	Proxy	Maximizar
Avaliar o alcance	Número de municípios que a classe foi detectada (NM)	Município	Natural	Maximizar
Avaliar a perenidade	Tempo de existência da classe (TE)	Ano	Natural	Maximizar
Avaliar a impressão predominante	Tipo de impressão (Timp)	N/A	Construído	Maximizar
Avaliar a quantidade de informação policial	Quantidade de procedimentos (QP)	Procedimento	Natural	Maximizar
Avaliar a pujança da classe	Projeção de retenção/apreensão para o ano de 2023 (PRA)	Cédula	Natural	Maximizar
Avaliar as apreensões dos Correios	Quantidade de ocorrências (QOC)	Ocorrência	Natural	Maximizar

Fonte: Esta pesquisa (2023).

Inicialmente, sob o prisma de avaliar as classes de falsificação que causam maior impacto na sociedade, propõe-se considerar a capacidade de produção de uma classe de falsificação e sua inserção no meio circulante, considerando que quanto maior a capacidade de produção e inserção no meio circulante, maior é o potencial de dano que ela pode gerar para a economia e, também, para a sociedade em razão do aumento da probabilidade de dispersão dessas cédulas e consequente prejuízo para a sociedade. Entretanto, diferentemente do meio oficial que mantém o controle de produção e a quantidade de cédulas e moedas em

circulação, nesse mercado paralelo não é possível medir ou controlar diretamente quantas cédulas ou moedas falsas são produzidas.

Nesse tipo de atividade criminosa, os laboratórios tendem a trabalhar sob encomenda, sendo muito difícil a estocagem de cédulas falsas prontas. Desta forma, o falsário ao produzir já tem uma demanda determinada que possibilita o escoamento daquela produção, ou seja, aquilo que se produz, distribui. No entanto, ainda assim, não é possível medir ou detectar todas as cédulas falsas presentes no meio circulante. Os únicos registros oficiais dizem respeito às retenções bancárias e às apreensões da Polícia Federal que indicam, na verdade, o quantitativo retirado de circulação, separado por classe de falsificação. Sob uma ótica estatística, a tendência é que quanto maior a quantidade de cédulas retidas/apreendidas de uma determinada classe, considerando um processo aleatório, maior a probabilidade de sua representatividade no universo da população amostrada, ou seja, no meio circulante. Assim, é razoável a hipótese que quanto mais cédulas falsas de uma determinada classe de falsificação são detectadas (retidas/apreendidas) no meio oficial, maior tem sido a produção e inserção daquela classe de falsificação no meio circulante.

Portanto, a fim de buscar uma forma de se estimar ou mensurar, mesmo indiretamente, esse montante que corresponde ao potencial de produção e inserção da classe de falsificação, objetivo secundário no estudo dessa problemática, foi definido um critério proxy que representa a quantidade média anual de cédulas falsas retidas pela rede bancária e apreendidas pela Polícia Federal de uma determinada classe de falsificação em todo o território nacional. Assim, para cada classe de falsificação, considerou-se a quantidade acumulada de cédulas retidas/apreendidas, desde a criação da classe, divido pelo tempo de existência da classe em anos[2], obtendo-se, assim, a média anual de retenção/apreensão. Para a problemática em análise, a preferência na ordenação recai nas classes de falsificação que tiverem maior média anual de retenções/apreensões (Tabela 4).

A forma como até então são analisadas as classes de falsificação, conforme se observou no estudo da situação problema, fundamenta-se justamente na quantidade acumulada de cédulas falsas retidas pela rede bancária, considerando os dados de meses anteriores às reuniões. Isso, de certa forma, alinha-se ao objetivo descrito acima, sendo apontado por todos os entrevistados na pesquisa realizada como um objetivo importante para integrar a análise de priorização de classes. Nessa oportunidade de definição do critério acima foi incluído nesse quantitativo de cédulas retidas na rede bancária as cédulas apreendidas pela Polícia Federal, o

[2] A contagem desse tempo é limitada até a data de 31 de dezembro de 2022.

que fornece uma informação mais completa e aperfeiçoa a análise do potencial de produção e inserção de uma classe de falsificação no meio circulante, além da consideração do tempo total de existência da classe e não apenas alguns meses.

Destaca-se, também, que essa análise baseada nos quantitativos retidos/apreendidos de cédulas falsas separados por classe de falsificação (Figura 14), converge com o método lexicográfico, em que um critério, considerado mais importante, é escolhido para o estabelecimento das relações de preferência estrita, sendo, assim, desconsideradas as performances em outros critérios. Nesse caso, durante a estruturação do problema, foi percebido que tal abordagem foi usada sem o uso de uma modelagem previamente estruturada para tal fim, sendo um meio adotado empiricamente de forma a simplificar o processo de decisão de escolha da classe de falsificação a ser investigada diante de um significativo volume de informações. Na presente pesquisa, outros critérios serão incluídos na análise, permitindo uma melhor avaliação das alternativas da situação problema analisada.

O segundo aspecto a ser analisado, trata-se da avaliação do alcance da classe de falsificação. Esse alcance está relacionado a dispersão no território nacional, descrevendo se a classe está presente em apenas uma localidade ou espalhada por diversas localidades. Entende-se que quanto mais localidades forem atingidas maior é o potencial de dano daquela classe, tanto para a economia, quanto para a sociedade. Além disso, uma classe que esteja espalhada pelo território nacional indica uma forte e bem estruturada rede logística, diferentemente de uma classe que esteja restrita a poucas localidades ou a uma região específica, o que pode indicar um laboratório menor ou, ainda, uma atividade criminosa em iniciação.

O alcance de uma classe de falsificação, objetivo secundário considerado (Tabela 4), é medido pelo critério natural que representa a quantidade de municípios em que a presença daquela classe de falsificação foi detectada, seja pela retenção da rede bancária, seja pela apreensão da Polícia Federal, podendo variar de um (1) a cinco mil quinhentos e setenta (5.570) municípios. Para a problemática em análise, a preferência na ordenação recai nas classes de falsificação que tiverem maior quantidade de municípios em que a classe foi detectada, indicando assim um maior alcance (dispersão).

O terceiro aspecto a ser analisado, trata-se de avaliar a perenidade de uma classe de falsificação. A perenidade está vinculada a permanência de atividade de uma classe de falsificação, ou seja, a sua continuidade. Toda classe de falsificação apresenta um ciclo de vida que vai desde o surgimento até o declínio. Por diversas razões uma classe pode durar alguns meses ou anos. Assim, classes que apresentam uma maior perenidade indicam um

maior potencial de dano tanto à economia quanto à sociedade. Desta forma, é salutar a interrupção da ação criminosa o quanto antes a fim de evitar os potenciais danos advindos de sua atividade. Uma determinada classe de falsificação chega ao final de sua existência quando a Polícia chega até o laboratório produtor e a atividade criminosa é interrompida, com a apreensão dos materiais e a prisão dos envolvidos. As classes analisadas na presente pesquisa são classes que se encontram ativas, cujo objetivo investigativo é chegar ao laboratório produtor e, assim, pôr fim à existência da classe de falsificação.

A perenidade de uma classe de falsificação, objetivo secundário considerado (Tabela 4), é medida pelo critério natural tempo de existência da classe de falsificação, que na presente pesquisa é contado em anos desde a criação (detecção) da classe até o final do ano de 2022[2]. Para a problemática em análise, a preferência na ordenação recai nas classes de falsificação que tiverem maior tempo de existência, indicando, assim, maior perenidade.

O quarto aspecto a ser observado, trata-se de avaliar o tipo de impressão predominante na classe. Uma cédula falsa pode conter um ou mais tipos de impressão, variando entre jato de tinta, toner, serigrafia, ofsete e outros. Historicamente, a impressão jato de tinta corresponde a 78% das cédulas falsificadas, seja pela simplicidade do método, seja pelos custos dos equipamentos envolvidos, o que garante maior acessibilidade aos falsários. A impressão ofsete, ocupa o segundo lugar com 19%, estando bem abaixo da impressão jato de tinta. O método de impressão em ofsete tem uma característica oposta ao de jato de tinta, a começar pelos equipamentos requeridos, cuja operação exige maior habilidade e conhecimento técnico. Esses equipamentos, de ofsete, geralmente compõe o parque tecnológico de oficinas gráficas, sendo utilizados em diversos trabalhos profissionais pela qualidade da impressão. Por isso mesmo, as próprias cédulas autênticas do Real têm impressão predominante em ofsete. No entanto, além do investimento técnico, o alto investimento financeiro torna esses equipamentos menos acessíveis, o que justificaria o baixo uso dessa técnica pelos falsários comparada à impressão jato de tinta, mesmo o ofsete tendo melhor qualidade de impressão.

O ponto a ser destacado aqui é a preocupação com classes cuja impressão predominante é em ofsete. Além da qualidade de impressão já citada e de se aproximar das cédulas autênticas pelo tipo de impressão predominante, a impressão em ofsete tem grande potencial de produção em larga escala. Nisso, uma classe de falsificação em ofsete teria um maior potencial de dano pela possibilidade de produção em alta escala, indicando investimentos agressivos na falsificação, podendo-se, inclusive, tratar-se de um trabalho profissional envolvendo empresas gráficas. Então, surge a necessidade de separar essa modalidade de

impressão das demais, até mesmo da impressão jato de tinta que é a impressão predominante entre as classes de falsificação.

Assim, a impressão predominante de uma classe de falsificação, objetivo secundário considerado (Tabela 4), é medida pelo critério construído tipo de impressão (Tabela 5), em que as classes identificadas com impressão predominante em ofsete receberiam o maior valor, três, dado as razões acima expostas. As classes identificadas com impressão predominante em jato de tinta receberiam o valor intermediário dois, dado se tratar da forma mais comum de impressão empregada nas falsificações de cédulas do Real. E, por fim, as demais classes com impressões predominantes, diferentes das duas anteriores, receberiam o valor mais baixo, dado a baixa ocorrência e baixo potencial de dano comparadas as classes descritas anteriormente. Para a problemática em análise, a preferência na ordenação recai nas classes de falsificação que tenham como impressão predominante a técnica ofsete, indicando assim uma classe com maior relevância para uma investigação.

Tabela 5 – Níveis do critério tipo de impressão.

Nível do critério	**Descrição do nível do critério**
1	Classes de falsificação em que a impressão predominante não é jato de tinta, nem ofsete.
2	Classes de falsificação em que a impressão predominante é jato de tinta.
3	Classes de falsificação em que a impressão predominante é ofsete.

Fonte: Esta pesquisa (2023).

O quinto aspecto a ser observado, trata-se de avaliar a quantidade de informação policial disponível acerca de cada classe de falsificação. Considerando a nova abordagem de tratamento das notícias-crime, o ideal seria que cada classe de falsificação estivesse vinculada a um único inquérito, em que se concentrariam os esforços em ações uniformes e objetivas, aproveitando melhor os reduzidos recursos investigativos. Um dos desafios da nova unidade criada, a UERF, é a concentração desses esforços, evitando redundâncias nos trabalhos investigativos ou, ainda, ações policiais em pequenas consecuções que não resultam no alcance do objetivo maior de neutralizar a produção da classe de falsificação, ou seja, desmantelar os laboratórios. A Polícia Federal conta, entre Superintendências e Delegacias no Interior, com aproximadamente 120 unidades, cujas ocorrências são dinâmicas e podendo ocorrer ao mesmo tempo em diversas localidades nas mais diferentes modalidades e, com

isso, uma determinada classe de falsificação pode ser objeto de mais de um inquérito policial em diferentes unidades da Polícia.

A partir desses inquéritos, pode-se constituir um conjunto de informações, cujos dados podem fornecer elementos cruciais para o esclarecimento dos fatos investigados, desenhando a teia dos envolvidos ou, ainda, fornecendo uma informação importante para a localização do laboratório. Além disso, mesmo que não haja um inquérito instaurado, o número de procedimento relativos a uma determinada classe, por exemplo, número de notícias-crime relacionadas a uma determinada classe, pode ser um indicativo de informações de interesse para a investigação.

Desta forma, foi entendido pela maioria dos policiais entrevistados que o conhecimento gerado a partir dos diversos inquéritos policiais ou outros procedimentos pré-investigativos relacionados a uma classe de falsificação devem ser considerados para a análise de priorização de classes a serem investigadas. Essas informações podem, de alguma forma, ser útil para o caso em si e dependerão de uma análise investigativa e o encontro de vínculos que indiquem elementos substanciais para o caso. Pode ser, ainda, que mesmo com diversos inquéritos ou notícias-crime não se extraia as informações desejadas para o deslinde do caso, no entanto, pelo fato de haver algumas fontes de informação, aumenta-se a possibilidade de se encontrar algo útil, tornando, assim, um caso mais relevante em relação a outros sem informação alguma.

Logo, a quantidade de informação policial de uma classe de falsificação, objetivo secundário considerado (Tabela 4), é medida pelo critério natural que indica a quantidade de procedimentos policiais (inquéritos, notícias-crime, dentre outros) relacionados à classe de falsificação. Para a problemática em análise, a preferência na ordenação recai nas classes de falsificação que tenham maior quantidade de procedimentos, indicando assim que essa classe teria uma possibilidade de encontrar mais informações que ajudem no deslinde do caso, carreando maior relevância para uma investigação.

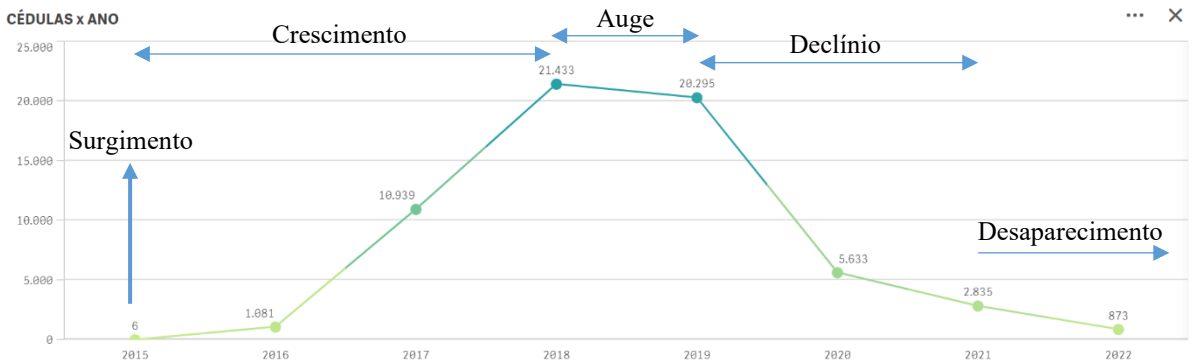
O sexto aspecto a ser analisado, trata-se de avaliar as informações advindas de apreensões dos Correios. Os Correios realizam um serviço de inspeção nos objetos postais procurando verificar os volumes postados em aparelhos de raio-X para verificar a presença de animais, armas, explosivos, produtos contrabandeados, entre outros. Assim, desenvolveram uma expertise na identificação de objetos, incluindo a de cédulas falsas. Desta forma, quando se suspeita de algum objeto postal é acionada a Polícia Federal para realização dos exames e prosseguimento das formalidades de polícia judiciária. Sendo identificadas diversas postagens de uma determinada classe de falsificação, isso acaba sendo uma fonte de informações que

fundamentam uma análise de origem dessas cédulas, objetivando, por fim, localizar o laboratório produtor.

Desta forma, as apreensões dos Correios, objetivo secundário considerado (Tabela 4), serão medidas pelo número de postagens identificadas nos Correios com cédulas falsas de determinada classe de falsificação, sendo uma fonte importante de identificação do ponto de partida das distribuições das cédulas falsas. Para a problemática em análise, a preferência na ordenação recai nas classes de falsificação que tenham maior quantidade de postagens identificadas da classe de falsificação, indicando assim mais informações acerca da possível origem da classe de falsificação e uma provável localização do laboratório produtor.

Por fim, o sétimo e último aspecto a ser analisado, trata-se de avaliar a pujança de uma classe de falsificação. As classes de falsificação têm comportamentos dinâmicos que iniciam no seu surgimento, quando ocorrem os primeiros registros de exemplares da classe, indicando a sua presença no meio circulante (Figura 16). Após isso, dá-se início a fase do crescimento, quando se observa o aumento gradativo das quantidades retidas, seja na rede bancária, seja pela Polícia Federal, até se alcançar o auge que é a fase em que as quantidades retidas se estabilizam em determinado patamar, apresentando algumas oscilações, porém, mantendo-se nessa fase por meses ou até anos. Em seguida, a próxima fase é o declínio, quando se observa a redução gradativa das quantidades retidas, que pode se dar por diversas razões, desde a interrupção de produção pelo falsário seja por abandono da atividade, seja para iniciar a produção de outra classe ou, ainda, pela sua prisão, o que interrompe a produção da classe e, consequentemente, a presença no meio circulante decai gradativamente, a partir das retenções bancárias. Por fim, a última fase se trata do desaparecimento, quando os recolhimentos/apreensões de cédulas da classe são mínimos, resultantes de alguns exemplares que ainda permaneceram em circulação após a interrupção da produção da classe.

Figura 16 - Exemplo de um ciclo completo de vida de uma classe.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

O aspecto a ser destacado nesse objetivo é que as fases de surgimento, crescimento ou auge são indicativas de que a atividade criminosa se encontra pujante e que a classe de falsificação está ativa, havendo muito potencial para causar danos à sociedade. Já a partir da fase do declínio, caso não tenha decorrido de ação policial, pode indicar a obsolescência da classe de falsificação reduzindo, assim, seu potencial de dano no meio circulante. Desta forma, as classes que se encontram na fase de surgimento, em crescimento ou em seu auge apresentam maior relevância investigativa em relação as classes em fase de declínio ou desaparecimento, porque a tendências daquelas classes é aumentar sua participação no meio circulante, o que provoca mais danos à economia e à sociedade.

Assim, foram analisados os dados de cada classe de falsificação de forma individualizada, observando as retenções/apreensões dos últimos 5 anos, buscando assim encontrar a curva de tendência desses dados e, com isso, uma previsão para o ano de 2023 do quantitativo de retenção/apreensão a partir da análise dos dados. Desta forma, quando a previsão indica o crescimento do quantitativo de retenções/apreensões, isso pode significar que a classe de falsificação analisada está em seu surgimento ou crescimento/auge. No entanto, quando a projeção indica um declínio das retenções/apreensões, pode-se atrelar às fases de declínio ou desaparecimento de uma classe de falsificação.

O fato é que quanto maior o quantitativo estimado de retenção/apreensão, a partir dessa análise do comportamento da classe de falsificação ao longo dos últimos 5 (cinco) anos, maior é o potencial de dano daquela classe, aumentando, assim, o interesse investigativo para interromper sua produção, pois indica uma maior pujança da atividade delituosa. No entanto, cabe destacar que o comportamento das consequências deste critério está vinculado à incerteza, ou seja, trata-se de um critério probabilístico e sem uma função densidade de probabilidade conhecida. Logo, ainda que se estime um determinado valor de consequência que, no caso, trata-se da previsão do quantitativo de retenções/apreensões de cédulas de uma determinada classe de falsificação não existe uma certeza sobre esse valor que é estabelecido sob fatores que estão fora do controle do decisor. Essa estimativa envolve uma complexidade que, por si só, seria suficiente para a realização de um estudo específico que procuraria abarcar essas variáveis do universo da produção de moeda falsa.

Desta forma, por questões de simplificação, procurou-se ouvir um especialista que, baseado nas previsões calculadas, indicaria para cada alternativa a consequência relacionada mais provável e, a partir de então, tratando o critério como determinístico mediante aos apontamentos realizados.

Logo, a pujança de uma classe de falsificação, objetivo secundário considerado (Tabela 4), foi definida por meio de critério natural que representa o quantitativo de cédulas falsas previsto para ser retido/apreendido de uma classe de falsificação no ano de 2023. Na problemática em análise, a preferência de ordenação recai nas classes de falsificação que tenham maior quantitativo previsto, pois indicaria um volume maior de cédulas retidas/apreendidas de uma determinada classe de falsificação para o ano de 2023, indicando maior pujança da classe de falsificação e, consequentemente, um maior potencial de dano à economia e à sociedade.

Outros objetivos também foram identificados, a partir da comparação do subsistema nocional "Analisar as classes de Falsificação" do mundo real com o modelo conceitual (Tabela 3) proposto na metodologia do SSM. Dentre eles, citamos os dados de transportadoras de encomendas que, alternativamente, também podem ser usadas para transporte de moeda falsa e teria uma análise muito similar ao objetivo descrito atrelado às apreensões dos Correios. No entanto, não existem, ainda, informações centralizadas que permitam um trabalho de estruturação de dados e uma análise em conjunto com os demais objetivos descritos anteriormente. Assim, mesmo sendo um objetivo desejável, não se torna viável no momento a sua implementação na análise do problema de ordenação de classes de falsificação a serem investigadas. A Polícia Federal faz uso de informações de transportadoras, porém, em casos pontuais, situação distinta dos critérios já descritos acima em que se tem um histórico e um registro contínuo de dados acessíveis que permitem uma análise que fundamente as ações investigativas no atingimento dos objetivos propostos.

Outro aspecto resultante dessa análise comparativa do SSM foi em relação ao objetivo de buscar informações em grupos de aplicativos de mensagens. A importância dessa informação estaria atrelada ao levantamento do número de grupos de aplicativos de mensagens que tratam da venda de uma determinada classe de falsificação. Assim, quanto maior o número de grupos de mensagens que tratassem da mesma classe de falsificação poderia indicar um laboratório de grande produção com forte logística de distribuição. Novamente, apesar de desejável, a obtenção dessas informações é inviável por diversas barreiras operacionais, pois exigiria uma espécie de varredura em todos os aplicativos de mensagens em busca de grupos, que podem ter os nomes mais variados, o que tecnicamente e juridicamente é inviável. Desta forma, esse objetivo também não será implementado na análise do problema de ordenação de classes de falsificação a serem investigadas. No entanto, ressalta-se que o primeiro objetivo descrito, "Avaliar a capacidade de produção e distribuição", converge com o objetivo de verificar a capacidade produtiva e de distribuição

de uma determinada classe de falsificação por meio do número de grupos em aplicativos de mensagens. A diferença reside que para o objetivo “Avaliar a capacidade de produção e distribuição” o critério proposto representa uma medição indireta por meio dos quantitativos retidos/apreendidos com informações disponíveis e que não apresentam barreiras técnicas ou jurídicas.

Por fim, nota-se diversos pontos de melhorias trazidos à análise a partir da comparação entre o mundo real e o mundo conceitual, trazendo-se mais elementos para a análise de ordenação de classes de falsificação que o atualmente empregado, robustecendo o processo decisório. Como o próprio autor da metodologia explica (CHECKLAND, 1999), o SSM permite a compreensão do problema estudado, buscando a implantação de melhorias percebidas para o enfrentamento da situação, porém sem o foco de uma busca de solução única e definitiva, pois a solução aplicada não significa, necessariamente, a finalização do problema, mas sim o melhor caminho a ser tomado diante das circunstâncias analisadas, pois a aplicação de uma determinada solução pode, inclusive, ser o caminho para um novo problema.

3.2.4 Identificação de fatores não controlados

Quanto a identificação de fatores não controlados, pode-se destacar a previsão de retenção/apreensão de cédulas para o ano de 2023 que se trata de um dos critérios que compõe a construção do processo decisório, porém relacionado a fatores que se encontram fora do controle do decisor, ou seja, como Estado da Natureza (ALMEIDA, 2013). A estimativa das consequências do critério considerado envolve uma complexidade que, por si só, seria suficiente para a realização de um estudo específico que abarcasse as variáveis do universo da produção de moeda falsa. Uma vez que não há uma função de probabilidade conhecida que descreva esse comportamento do Estado da Natureza mencionado, estar-se-ia diante de um problema de decisão sob incerteza, dado ao desconhecimento da probabilidade de ocorrência.

Entretanto, conforme já mencionado, por questões de simplificação, procurou-se ouvir um especialista que, baseado nas previsões calculadas, indicou para cada alternativa a consequência relacionada mais provável e, a partir de então, o critério “Projeção de retenção/apreensão para o ano de 2023 (PRA)” foi tratado como determinístico mediante aos apontamentos efetuados.

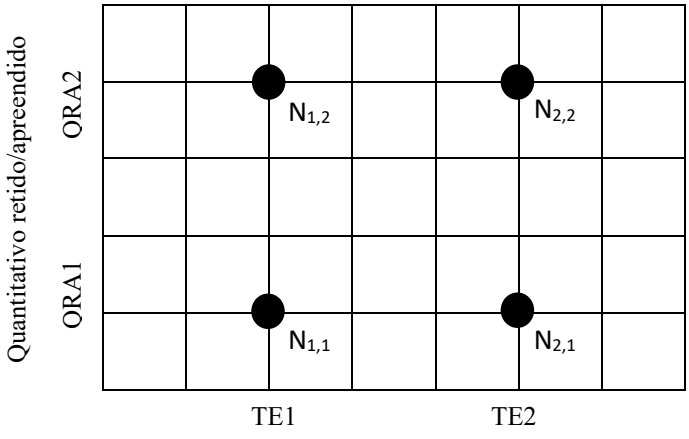
3.2.5 Modelagem de preferências

Em entrevista com o decisor, diante das informações pertinentes a cada alternativa e os critérios correlatos, não foram observadas relações de preferência fraca ou incomparabilidade. Diante da comparação par a par, foi identificada uma estrutura de preferência estrita ou indiferença (P, I) que apresenta uma relação assimétrica (P) e outra simétrica (I). Essa estrutura permite a obtenção de uma pré-ordem completa, pois não foram identificadas relações de incomparabilidade.

Uma vez que o decisor tem como comparar todas as alternativas por meio das relações de preferência e indiferença, também foi constatado o atendimento de duas propriedades nessa análise: de ordenabilidade e de transitividade.

Outro aspecto a ser avaliado, trata-se da independência preferencial entre os critérios estabelecidos para a análise do problema. De modo a exemplificar a análise feita, realizaremos a relação de independência entre critérios "Quantitativo retido/apreendido" e "Tempo de existência da classe" (Figura 17). Antes disso, vale relembrar que a direção de preferência nos critérios estabelecidos é de maximização, ou seja, quanto maior o valor da performance do critério mais vantajosa é a alternativa. Logo, se uma determinada alternativa possui, no conjunto dos critérios, um alto desempenho nas performances, certamente será a opção de escolha, visto ser a classe de falsificação que causaria o maior impacto tanto na economia, quanto na sociedade.

Figura 17 - Análise de independência preferencial.



Fonte: Adaptada de Almeida (2013).

No caso em análise $N_{1,2}$ P $N_{1,1}$ e $N_{2,2}$ P $N_{2,1}$. Assim, para qualquer valor do critério "Quantitativo retido/apreendido" (QRA_i, com i= 1, 2, 3,..., 109), a preferência em relação ao critério "Tempo de existência da classe" sempre deve ser TE_{i+1} P TE_i, com i = 1, 2, 3,..., 109, confirmando a condição de independência. Assim, da mesma forma, foram analisadas as relações de independência preferencial dos demais critérios, diante das combinações possíveis, constatando-se a independência preferencial entre os critérios apresentados na problemática sob análise.

3.2.6 Análise de racionalidade e método escolhido

A racionalidade indica como o decisor pretende avaliar a solução, dentre as alternativas propostas, para o problema em foco. A racionalidade pode ser compensatória e não compensatória. A compensatória o decisor procura no contexto da avaliação global de uma alternativa compensar um menor desempenho em um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério, ou seja, considera os *trade-offs* entre os critérios. Já na análise não compensatória não há os trade-off entre os critérios e a avaliação global de uma alternativa depende do subconjunto de critérios que melhor favorecem esta alternativa.

No contexto do problema sob análise e em entrevista com o decisor procurou-se identificar o tipo de racionalidade era empregada, quando da escolha, ainda que intuitiva do decisor. Ao observar a forma como o decisor realizou as escolhas intuitivamente, sem uso de método formal algum e por meio das justificativas apresentadas, notou-se que para esse problema a racionalidade apresentada foi compensatória. Isso porque ao analisar as alternativas e as possibilidades de escolha, frequentemente o decisor procurou realizar compensações entre os critérios, procurando, ainda que empiricamente equilibrar os desempenhos entre os critérios como forma de avalição geral das alternativas.

Assim, conforme a modelagem de preferências do decisor, que expressou uma estrutura de preferências (P,I), além de uma racionalidade compensatória, pode-se concluir pelo uso de um modelo tradicional, no qual se incluem os métodos de critério único de síntese, tal como o modelo de agregação aditivo determinístico.

Assim, o método selecionado no caso em estudo é o FITradeoff (ALMEIDA et al., 2016), que se trata de um método baseado no procedimento clássico de *Tradeoff* (KEENEY; RAIFFA, 1976), pertencente à Teoria do Valor Multiatributo (MAVT) de racionalidade compensatória, e criado sob a perspectiva que nem sempre é necessário obter todas as informações solicitadas pelos métodos tradicionais para resolver um problema, considerando, assim, a possibilidade de trabalhar com comparações de consequências baseadas em relações

de preferência, em vez de relações de indiferença, o que exige um menor esforço cognitivo por parte do tomador de decisão.

Esse método está implementado por meio de um Sistema de Apoio Decisão (SAD) via Web (http://www.cdsid.org.br/fitradeoff/), em que duas fases distintas são operacionalizadas: avaliação intracritério e avaliação intercritério. Na primeira fase, é gerada uma função de valor para cada critério analisado, podendo essa função ser declarada como linear ou não linear através da aplicação do método da bisseção com informações parciais (ESPÍRITO SANTO, 2022). Na segunda fase, são realizadas as elicitações das constantes de escala e, na sequência, a elicitação flexível, podendo-se utilizar do paradigma de avaliação holística ou elicitação por decomposição, comparando-se as consequências dos critérios, par a par, a fim de que o decisor possa declarar suas preferências.

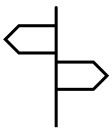
Por fim, alcançado o resultado, ainda é possível realizar a análise de sensibilidade, em que diferentes cenários são simulados a partir da variação das consequências, nos critérios e percentuais indicados, a fim de avaliar a sensibilidade e robustez desse resultado.

3.2.7 Premissas do modelo proposto

As análises realizadas têm por foco a proposição de melhorias no subsistema “analisar as classes de falsificação”, integrante do sistema nocional de investigação de crime de moeda falsa que tem por definição essencial a ordenação de classes de falsificação a serem investigadas, obtida a partir critérios pré-definidos que envolvam o maior número de informações relevantes para a investigação, entrelaçando os dados de instituições parceiras, tornando claro e objetivo a todas as unidades da Polícia Federal que investigam o crime de moeda falsa as razões de relevância da ordenação definida, a fim de unir os trabalhos em um mesmo objetivo e propósito.

A partir dessas definições foi possível a identificação de 7 (sete) critérios que, vinculados a objetivos específicos, descrevem os desempenhos das alternativas. No entanto, a proposta do modelo multicritério que tem como premissas uma estrutura de preferência estrita ou de indiferença (P, I), cuja racionalidade do decisor seja compensatória, para um problema de ordenação, fazendo uso do método de elicitação flexível FITradeoff (Tabela 6).

Tabela 6 - Premissas do modelo.

				
Critérios: QRA NM TE Timp QP PRA QOC	Estrutura de preferência: Estrita (P) Indiferença (I)	Racionalidade: Compensatória	Problemática: Ordenação	Método multicritério: FITradeoff

Fonte: Esta pesquisa (2023).

4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MODELO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Este capítulo constitui um marco essencial no desenvolvimento da pesquisa, ao colocar em prática o modelo proposto por meio da aplicação em dados reais da Polícia Federal. Neste estágio crucial, o foco reside na validação e na eficácia do modelo de análise multicritério diante de situações concretas relacionadas ao combate à falsificação de moeda. A pesquisa busca, assim, transcender o âmbito teórico, incorporando elementos práticos que possam enriquecer a compreensão do fenômeno em estudo. A análise dos dados reais proporciona uma percepção valiosa, permitindo uma avaliação crítica do desempenho do modelo em contextos operacionais da Polícia Federal. Além disso, esse capítulo visa fornecer contribuições significativas para a aplicabilidade e a generalização do modelo em questão, consolidando sua utilidade no enfrentamento eficaz de desafios práticos relacionados ao crime de falsificação de moeda.

4.1 Espaço de ações e matriz de consequências

A estrutura do espaço ação trata-se do conjunto de alternativas disponíveis para o decisor. No caso em questão, as alternativas são representadas pelas classes de falsificação. Cada classe de falsificação representa um conjunto de cédulas falsas, de uma só denominação e de mesma família, que guardam entre si características físicas e gráficas semelhantes e indicam uma fonte de produção comum. Segundo informações do painel de *business intelligence* da Polícia Federal, encontram-se 328 classes de falsificação no Brasil[1]. O objetivo principal no processo de decisão consiste em definir uma ordem de priorização dessas classes de moedas falsas a serem investigadas, a partir de critérios pré-definidos, não com o objetivo de restrição, mas como um referencial de relevância investigativa que dependerá das informações disponíveis e suficientes para o desenvolvimento das investigações.

Vale destacar que dentro desse quantitativo estão incluídas as classes de falsificação que estão vinculadas aos laboratórios que foram desmantelados pela Polícia Federal que, no entanto, permanecem sob monitoramento em caso de eventual retorno dos criminosos à produção de numerário falso. Essas classes, assim, não deverão compor o rol de alternativas, uma vez que não necessitam de priorização, pois já foram alvos de operações policiais, cujos laboratórios foram desmantelados. Esse quantitativo corresponde a 53 classes de falsificação.

Outra análise realizada das alternativas disponíveis, trata-se das classes que apresentam segundo o critério “Projeção de retenção/apreensão para o ano de 2023” previsão nula. Uma vez que não existe previsão de que determinada classe tenha exemplares retidos/apreendidos,

na visão do decisor não é adequado e nem há justificativas que sustentem a permanência dessas classes no rol de alternativas. Ainda que em tais casos o desempenho seja superior em outros critérios, ainda assim, dado a escassez de recursos investigativos, não faria sentido, dispender tempo e recursos para investigar alternativas que se encontram na fase de declínio e desaparecimento. Vale lembrar que esse critério trata da previsão de retenção/apreensão de cédulas para o ano de 2023, indicando a pujança da classe de falsificação. Uma vez que não há previsões de retenção/apreensão, conforme análise corroborada pelo especialista, tais classes encontram-se em obsolescência frente a outras que estão em ascensão e com previsão de significativo potencial de dano. Logo, em situações de alocação de recursos escassos, faz-se necessário a melhor destinação dos esforços o que inclui a eliminação (veto) de alternativas que não possuem previsão de participação no submundo da falsificação. Assim, com a aplicação desse veto, identificou-se 155 classes de falsificação nessa condição.

Por fim, ainda dentro dessa análise da estrutura do espaço de ações, há de ser mencionado que o conjunto de alternativas pode ser classificado como globalizado ou fragmentado (ALMEIDA, 2013). Em sendo globalizado, cada alternativa do conjunto de ações elimina outra alternativa. No caso de fragmentado, o procedimento de decisão envolve a combinação de alternativas do conjunto de ações. No presente caso, o espaço de ações comporta as duas classificações mencionadas, isso porque há casos em que a classe de falsificação, por si só, é uma alternativa, enquanto por outro lado classes vinculadas tornam-se uma alternativa.

O conceito de vinculação de classe advém do fato que os laboratórios de produção de cédulas falsas, em geral, produzem mais de uma classe de falsificação de diferentes denominações e, até mesmo, de diferentes famílias do Real. Assim, seja por elementos gráficos comuns, seja por descobertas investigativas, ocorre que mesmo se tratando de classes de falsificação distintas, existe algum elemento associativo que indica uma mesma fonte de produção dessas classes. Quando se identificam esses elementos chamamos isso de vinculação de classes e, desta forma, essas classes são acompanhadas de forma conjunta, objetivando a localização do seu laboratório produtor.

Assim, a alternativa de priorização não se trata apenas de uma única classe, mas de um conjunto de classes que estão vinculadas a um grupo criminoso. Não faria sentido tratar essas classes individualmente em um processo decisório, uma vez que a localização do seu laboratório produtor implicará no desmantelamento da produção do conjunto de classes vinculadas entre si e não de apenas uma delas. Até o presente momento 42 classes de falsificação possuem vinculações que permitem o agrupamento em 17 conjuntos (que

chamaremos de *Set*), ou seja, cada uma das 17 combinações (no caso fragmentado), de 42 classes de falsificação, tornam-se uma alternativa na forma de conjunto globalizado.

Diante dessas análises apresentadas, o espaço ação, agora, pode ser classificado como discreto, cujo número de opções para o decisor é igual a 109 alternativas, que corresponde ao número total de classes de falsificação individuais e combinações de vinculadas. Por questões de sigilo, as classes de falsificação são apresentadas nesta pesquisa por meio de codificações aleatórias e os conjuntos de classes vinculados são denominados de *set*.

Como já mencionado, a problemática em questão, trata-se de uma problemática de ordenação (P.γ) em que o objetivo é o agrupamento das alternativas mais satisfatórias em níveis de equivalência, ordenadas de acordo com as preferências do decisor. No presente caso, o processo de tomada de decisão não envolve a criação de alternativas que seriam indicadas, no espaço ação, para a solução do problema. Dentro do contexto analisado e conforme exposto acima, as alternativas são conhecidas e serão ordenadas de modo que o resultado da decisão de ordenação indique aquelas que resultarão em um melhor aproveitamento dos recursos investigativos buscando interromper a ação criminosa que tenha maior potencial de dano econômico e social.

Logo, a matriz de consequências pode ser composta pelas 109 alternativas, que representam as classes de falsificação e combinações de vinculadas, e os 7 critérios representativos dos objetivos específicos a serem alcançados (Tabela 4), que foram detalhados acima e apresentam para cada uma das alternativas seus valores de consequências (performance). Assim como ocorre com os critérios, a matriz de consequências, por questões de sigilo, não será exposta no presente trabalho.

4.2 Avaliação intracritério

Na avaliação intracritério a análise se debruça sobre cada critério e procura identificar qual a melhor função que representa a forma como a preferência do decisor se comporta em relação à variação dos valores do critério sob análise. Assim, por meio de elicitação das preferências do decisor, podemos obter tanto funções lineares como não-lineares.

Incialmente, foi elaborado um arquivo de planilha (Tabela 7), a partir de um *template* do SAD FITradeoff, em que se expressa os nomes dos critérios, tipos, níveis de escala para os critérios discretos, as alternativas e os valores da matriz de consequências. Os critérios QRA, NM, TE, QOC, QP e PRA foram declarados como inteiros de maximização (número 5). São critérios que podem assumir qualquer valor inteiro dentro da faixa limitada pelos desempenhos mínimos e máximos das consequências, sendo que quanto maior o valor da

consequência, maior será a preferência. O critério Timp foi declarado como discreto de maximização (número 3), pois é um critério que admite apenas os valores pré-estabelecidos em uma escala de pontos. Neste caso, também, quanto maior o valor, maior é a preferência. Desta forma, para este critério discreto também foi indicado o número de níveis da escala construída (Tabela 5) que, no presente caso, é de 3.

A partir dos dados carregados no SAD a próxima interface trata da elicitação intracritério propriamente dita. É indicado ao decisor, inicialmente, a possibilidade de declarar as funções valor marginal como lineares. Entretanto, na presente pesquisa, o decisor optou pela elicitação da função valor marginal, excetuando para o critério Timp que a função foi declarada linear.

Tabela 7 – Extrato da planilha nos campos de definições dos critérios.

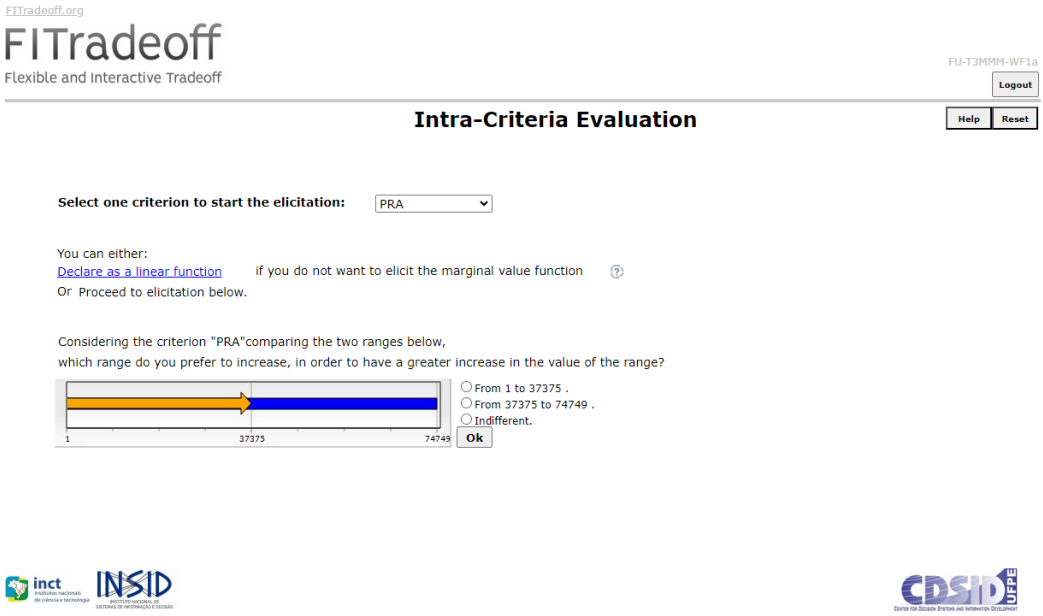
Critério:	QRA	NM	TE	QOC	QP	Timp	PRA
Tipo	5	5	5	5	5	3	5
Número de níveis	-	-	-	-	-	3	-

Fonte: Esta pesquisa (2023).

Para os demais foi realizada a elicitação que consistiu, a partir de uma escala local, na comparação de dois intervalos de valores, questionando-se o decisor a preferência entre os dois (Figura 18). Em vez de identificar pontos de indiferença entre os valores, o objetivo é estabelecer faixas aceitáveis por meio de afirmações de preferência estrita, levando em conta informações parciais.

Dessa forma, analisando os valores presentes em termos de escala local (Figura 18), pode-se identificar que o menor valor de consequência é 1 para o critério PRA, representando o pior nível de satisfação e determinando o valor de referência x_0. Enquanto a consequência que melhor representa a preferência do decisor, isto é, x_1 vale 74.749. Assim, a próxima etapa do processo consiste na identificação de valores de consequências que de fato representem os pontos $x_{0,5}$, $x_{0,25}$ e $x_{0,75}$, por meio de perguntas que utilizem relações de preferência estrita. Necessariamente, estes valores estarão contidos entre os valores mínimo e máximo da escala deste critério [1, 74.749].

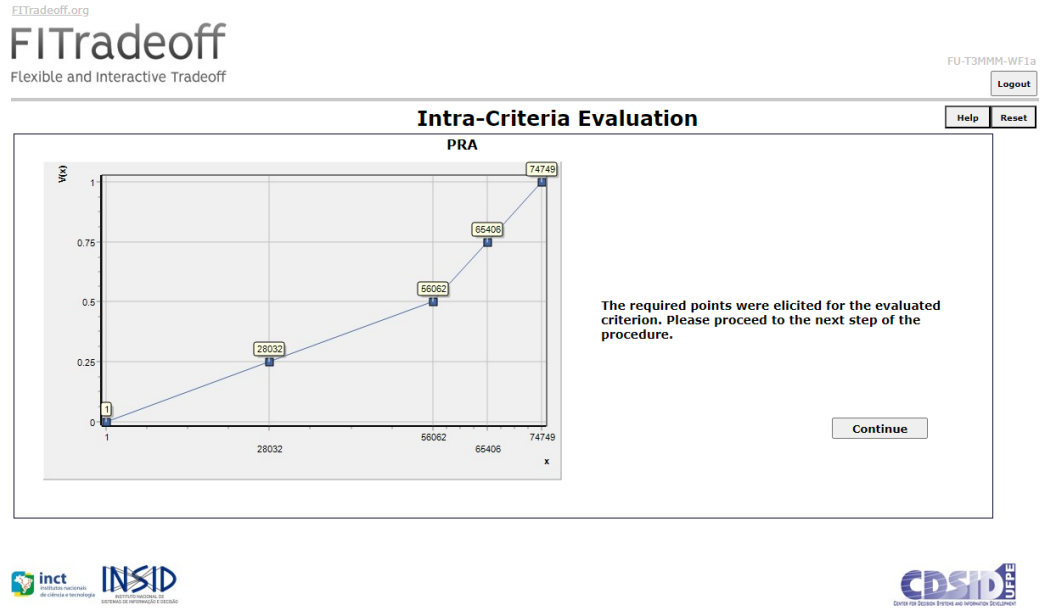
Figura 18 - Interface SAD FITradeoff da elicitação intracritério.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Ao final, em posse dos pontos de referência necessários, foi possível representar a forma da função valor do critério analisado (Figura 19). Esse mesmo procedimento foi aplicado a todos os demais critérios que não foram declarados com função valor linear.

Figura 19 - Forma da função valor para o critério PRA.

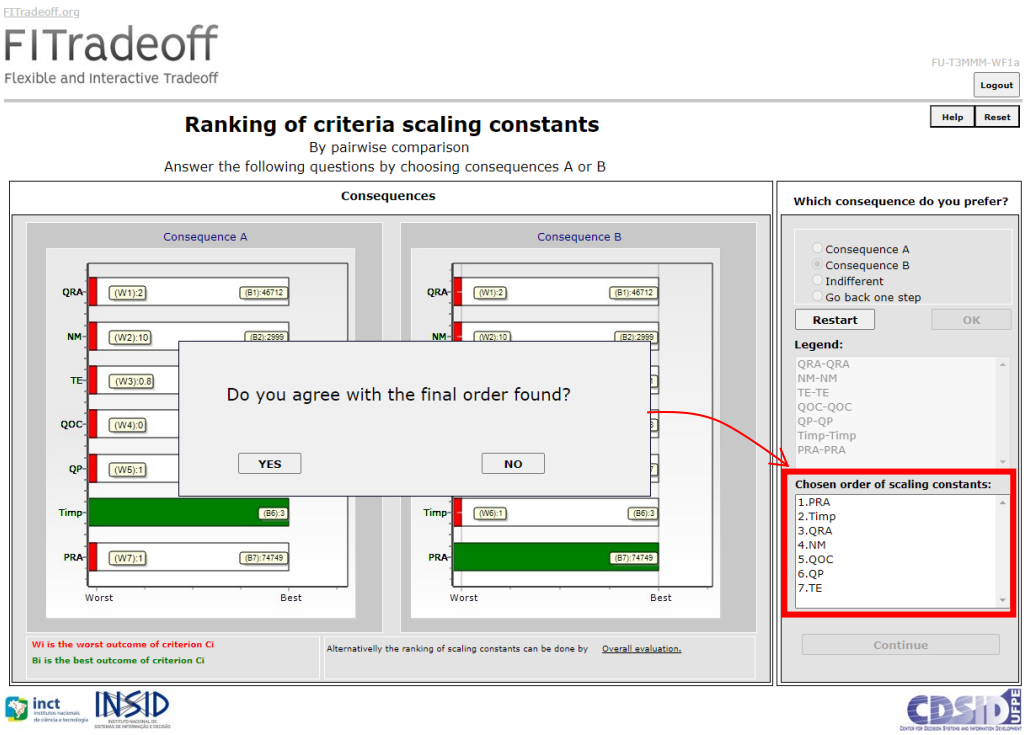


Fonte: Esta pesquisa (2023).

4.3 Avaliação intercritério

Nesta etapa é realizada a elicitação, junto ao decisor, das constantes de escala dos critérios que compõe o modelo de decisão. Assim, o SAD FITradeoff oferece uma interface em que se inicia a "Comparação Paritária", que consiste em situações hipotéticas de comparação por meio de gráfico entre o valor máximo da consequência A e da consequência B, devendo o decisor selecionar suas preferências ou indicar indiferenças frente às comparações. A cada resposta registrada, os critérios são exibidos de maneira ordenada até o momento em que o SAD FITradeoff identifica uma ordenação final, questionando ao decisor a concordância ou discordância da ordem encontrada (Figura 20). Para o caso em questão o decisor concordou com a ordem encontrada, definido que a ordenação das constantes de escala entre os critérios estaria assim estabelecida: $K_{PRA} > K_{Timp} > K_{QRA} > K_{NM} > K_{QOC} > K_{QP} > K_{TE}$. Após isso, é apresentado um resultado parcial de ordenação, havendo a opção de prosseguir com o processo de elicitação de preferências que se trata do início da terceira e última fase do processo de decisão.

Figura 20 - Interface SAD FITradeoff para a ordenação das constantes de escala.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

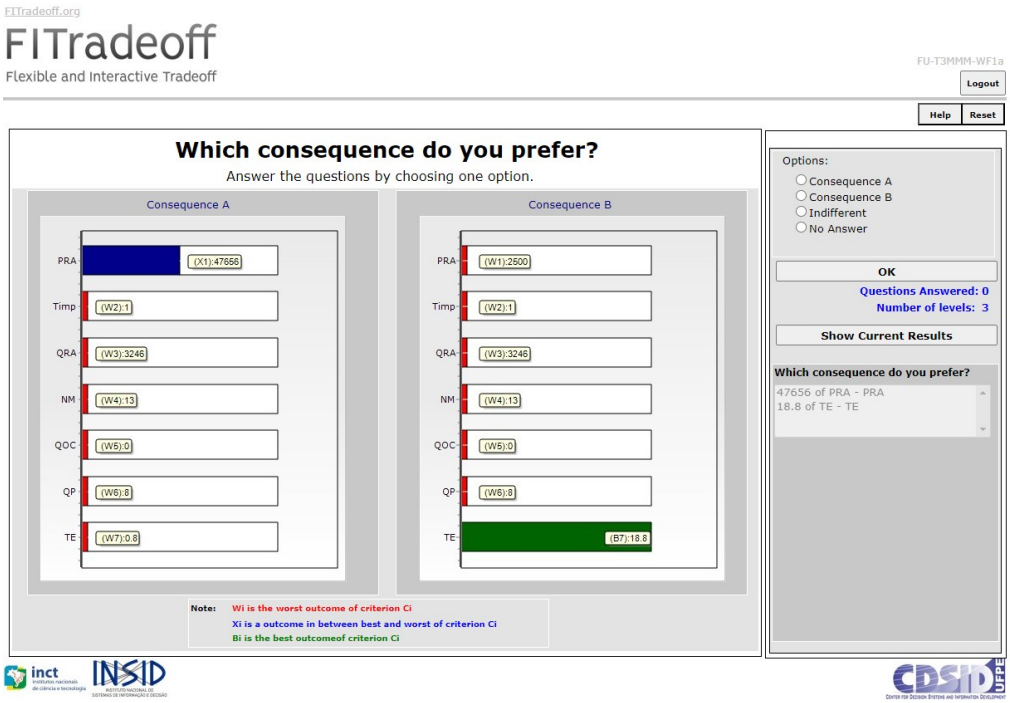
4.4 Avaliar as alternativas

Nesta etapa, segundo o método escolhido, é realizada a avaliação global das alternativas e, em continuação às etapas superadas no SAD FITradeoff, inicia-se, propriamente, a elicitação flexível em que é possível escolher entre Elicitação por Decomposição ou Avaliação Holística.

Na elicitação por decomposição é efetuada a comparação entre duas situações hipotéticas, no SAD FITradeoff chamadas de Consequência A e Consequência B (Figura 21), dentro do espaço de consequências dos critérios, em que o desempenho interposto entre os limites de um determinado critério é confrontado com o desempenho máximo de outro critério, sendo apresentado ao decisor que, na declaração de suas preferências, deve escolher entre um ou outro, em uma relação de preferência estrita ou, ainda, a opção de indiferença.

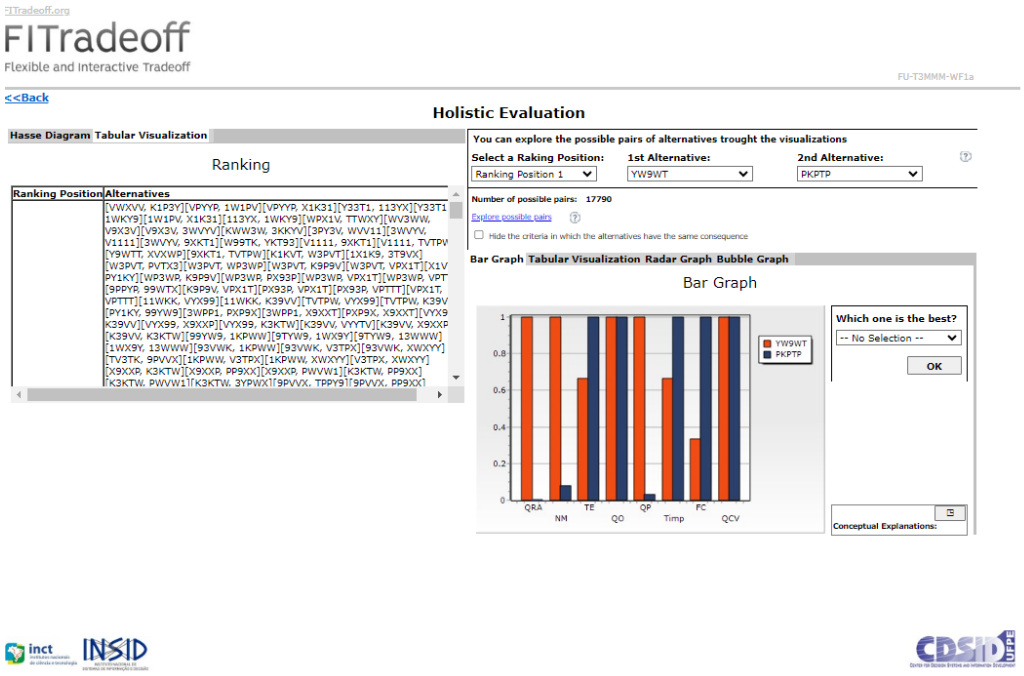
Na avaliação holística é efetuada a comparação entre duas alternativas (Figura 22), cujos desempenhos dos critérios são apresentados lado a lado (por gráfico de barra, radar ou de bolhas ou, ainda, em tabela) para que o decisor expresse sua preferência entre as alternativas comparadas, mediante a avaliação dos desempenhos dos respectivos critérios.

Figura 21 - Interface SAD FITradeoff da elicitação flexível por decomposição.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Figura 22 - Interface SAD FITradeoff da elicitação por avaliação holística.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

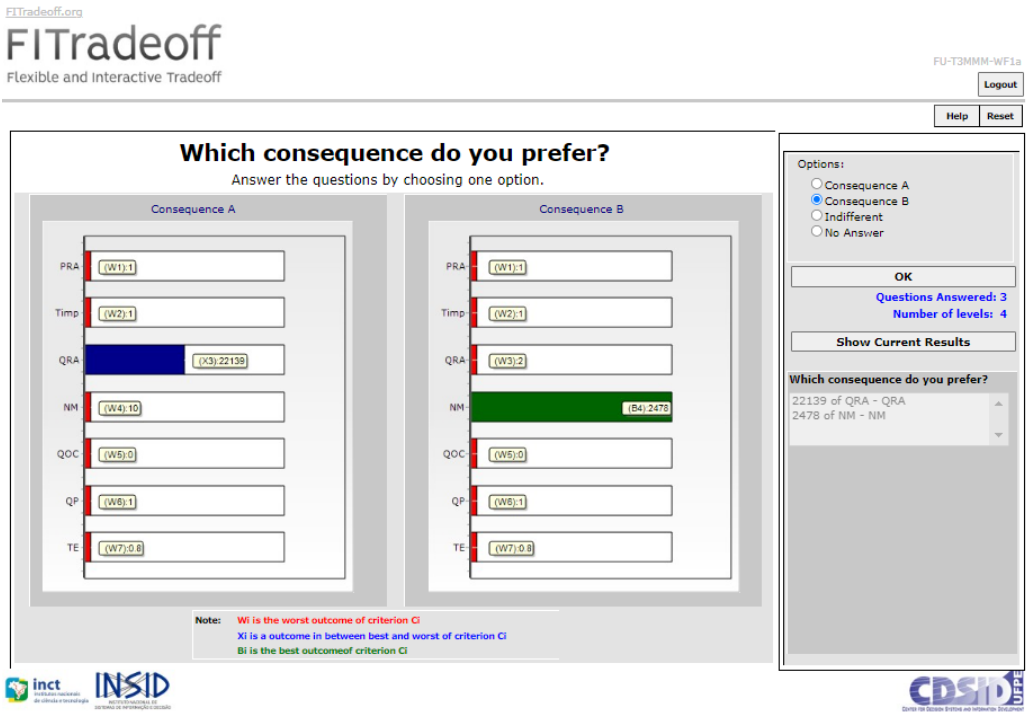
Na presente pesquisa, o decisor preferiu continuar a elicitação flexível por meio da elicitação por decomposição. Assim, as preferências são informadas a cada rodada de pergunta, cujas respostas possibilitam a construção de relações entre as alternativas com base nessas informações parciais expressadas.

Acontece que na problemática estudada, mesmo após as considerações descritas no subitem 4.1.4 em que mediante as análises lá apresentadas, houve a possibilidade de redução do universo de opções no espaço de ações, culminando com 109 alternativas, algumas incoerências permaneceram e foram identificadas quando da elicitação flexível. Por exemplo, na comparação de duas situações em que os critérios QRA e NM fazem parte da simulação (Figura 23), temos uma consequência A com um QRA de 22.139 e um NM de 10 e uma consequência B com um QRA de 2 e um NM de 2.478.

No entanto, não faz sentido existir uma alternativa (classe de falsificação) que apresente uma média anual de 2 cédulas retidas/apreendidas e ao mesmo tempo ser detectada em 2.478 municípios. Nesse raciocínio a classe deveria existir há, pelo menos, 1.239 anos, o que torna a alternativa incoerente. Desta forma, fazendo-se um refinamento do espaço de ações, as alternativas foram reavaliadas quanto aos critérios QRA, TE e NM analisados em conjunto, com o objetivo de manter na análise somente as alternativas (classes de falsificação) que tenham uma média anual de retenção/apreensão, dado o tempo de existência, em quantidades

compatíveis com o quantitativo de municípios em que poderiam ser detectadas, restando, assim, 48 alternativas para compor o espaço de ações do problema em análise.

Figura 23 - Elicitação por decomposição entre os critérios QRA e NM.



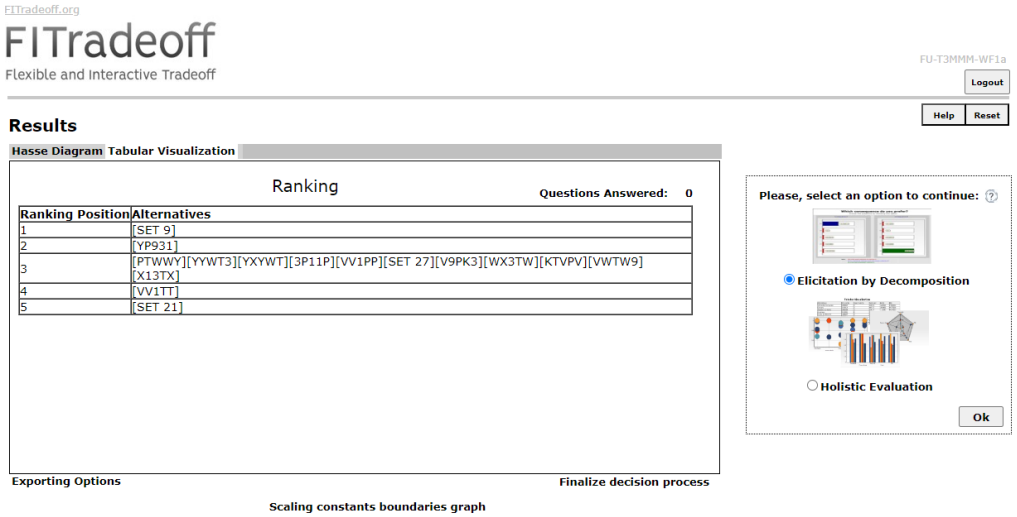
Fonte: Esta pesquisa (2023).

Outro ponto revisto pelo decisor trata-se do veto aplicado a partir do desempenho no critério PRA que, no subitem 4.1.4, as alternativas com desempenho nulo haviam sido retiradas da análise. No entanto, a partir do procedimento de elicitação flexível, evidenciou-se que havia alternativas que apresentavam performance de previsão de 1 ou 2 cédulas a serem retidas/apreendidas no ano de 2023. Assim, dado o baixo valor de desempenho, pois tais alternativas se encontram muito próximas, nesse critério, das alternativas já retiradas que tinham previsão de retenção/apreensão nula para o ano de 2023, foi estabelecido pelo decisor um novo limiar de veto, em que seriam consideradas no espaço de ações somente as alternativas que tivessem um desempenho superior a 1.000 no critério PRA. Ou seja, somente as alternativas que tivessem previsão de retenção/apreensão de mais de 1.000 cédulas falsas integrariam o espaço de ações do problema, o que resultou em 15 alternativas.

Desta forma, a solução do problema retornou a etapa prevista no subitem 4.2.3, sendo refeita a avaliação intracritério e a ordenação das constantes, umas vez que os limites mínimos e máximos dos critérios foram alterados, o que exige uma nova avaliação, uma vez que as constantes de escala, no caso em questão, expressam a importância das consequências na

avaliação de cada objetivo, o que depende do quanto de desempenho estamos alcançando em relação a esses objetivos ao invés de simplesmente avaliar sua importância isoladamente. Feita a ordenação dos critérios foi apresentado o resultado parcial (Figura 24), dando-se início a nova elicitação flexível por decomposição.

Figura 24 – Indicação do resultado parcial de ordenação.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Após 20 perguntas no processo elicitatório (Tabela 8), o SAD FITradeoff indicou haver encontrado uma ordem completa para o problema em estudo (Figura 25), disponibilizando, ainda, um gráfico com as faixas de valores admissíveis para as constantes de escala de cada critério (Figura 26).

Tabela 8 - Perguntas e respostas do decisor no processo elicitatório por decomposição.

Continua

Ciclo	Consequência A	Consequência B	Resposta	Quantidade de níveis
0	Ordenação inicial			5
1	(47.656) PRA	TE (18,8)	Consequence A	5
2	(47.656) PRA	Timp (3,0)	Consequence A	5
3	(2) Timp	QRA (39.357)	Consequence B	5
4	(23.672) QRA	NM (2.478)	Consequence A	5
5	(1.554) NM	QOC (678)	Consequence A	6
6	(381) QOC	QP (2.957)	Consequence A	6
7	(1.667) QP	TE (18,8)	Consequence A	6
8	(784) NM	QOC (678)	Consequence A	6
9	(838) QP	TE (18,8)	Consequence A	6

Fonte: Esta pesquisa (2023).

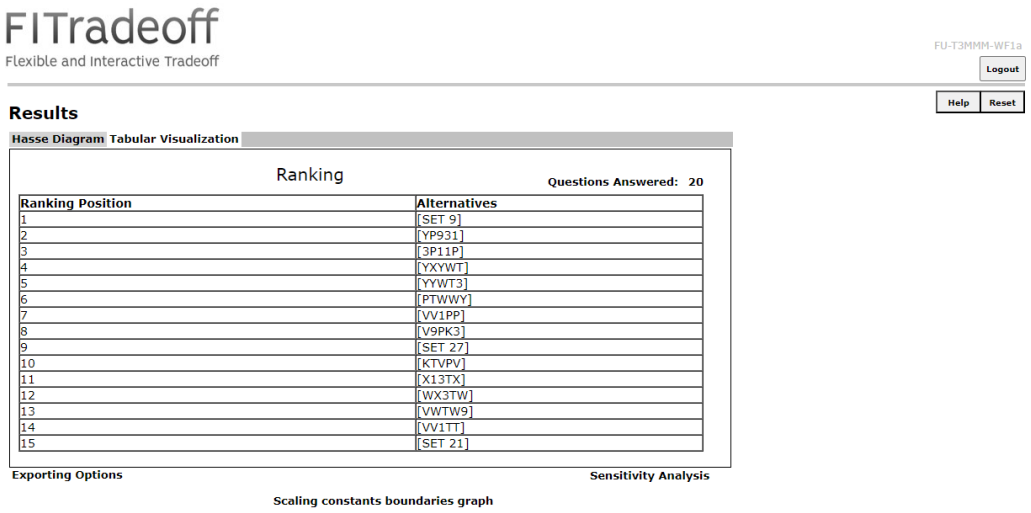
Tabela 8 - Perguntas e respostas do decisor no processo elicitatório por decomposição.

Conclusão

Ciclo	Consequência A	Consequência B	Resposta	Quantidade de níveis
10	(25.078) PRA	Timp (3,0)	Consequence A	7
11	(13.589) QRA	NM (2.478)	Consequence A	7
12	(190) QOC	QP (2.957)	Consequence A	7
13	(398) NM	QOC (678)	Consequence A	7
14	(423) QP	TE (18,8)	Consequence A	7
15	(13.789) PRA	Timp (3,0)	Consequence A	9
16	(8.548) QRA	NM (2.478)	Consequence A	10
17	(95) QOC	QP (2.957)	Consequence B	10
18	(215) QP	TE (18,8)	Consequence B	10
19	(6.027) QRA	NM (2.478)	Consequence A	10
20	(8.144) PRA	Timp (3,0)	Consequence B	15

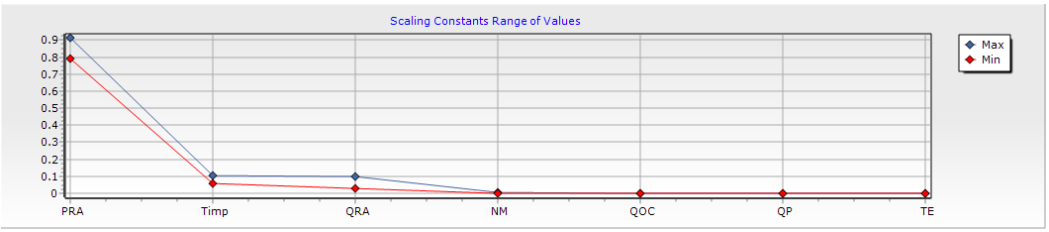
Fonte: Esta pesquisa (2023).

Figura 25 - Ordem completa das alternativas.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Figura 26 - Faixas das constantes de escala.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

4.5 Análise de sensibilidade

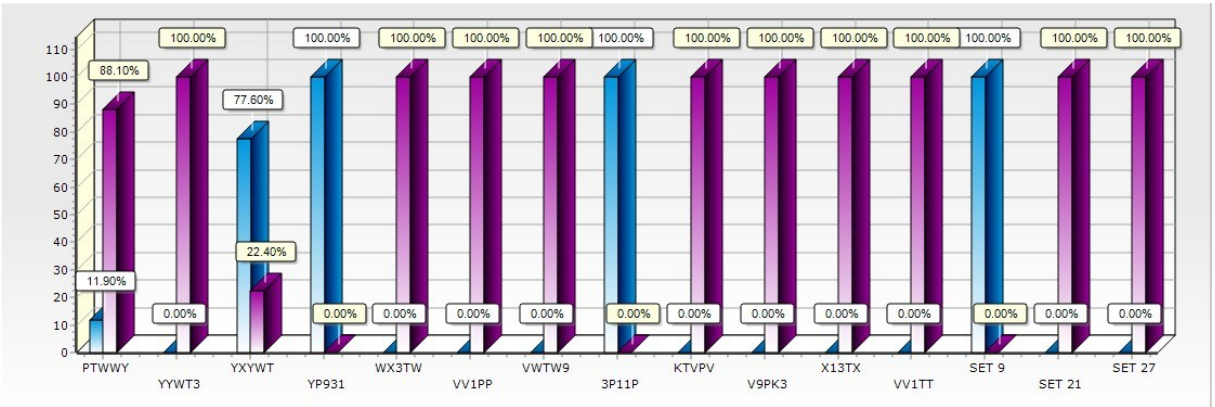
Alcançado os resultados na etapa anterior, faz-se necessário avaliar a robustez diante de um estudo e análise do impacto nesses resultados mediante variações que podem ocorrer nos dados de entrada. Na presente pesquisa, o critério de projeção de retenção/apreensão para o ano de 2023 (PRA) apresenta consequências que foram estimadas e balizadas por um especialista, carreando um grau de incerteza de difícil mensuração. Desta forma, por não se tratar de valores precisos, determinísticos, e que variações são admitidas, é de bom alvitre avaliar qual o impacto gerado nos resultados a partir de variações das performances desse critério. Vale ressaltar, também, tratar-se de um critério de relevante importância para a análise do problema estudado, se não o mais importante, uma vez que suas as performances ponderam de 79% a 91% do valor global ($V(a_i)$) de cada alternativa (Figura 26).

A avaliação do impacto nos resultados, diante da problemática proposta, de ordenação ($P.\gamma$), consiste em analisar as alterações ocorridas nas ordens das alternativas, avaliando a admissibilidade dessas variações. Essa análise de sensibilidade e robustez permitiu verificar quais os pontos do modelo são mais sensíveis à mudança de valores, investigando-se uma maneira de fortalecer esses pontos ou, ainda, permitindo uma melhor compreensão do resultado que pode se tratar de desempenho próximos de alternativas que revelaria uma situação de relativa indiferença entre as opções o que, também, contribui com o processo decisório.

A primeira análise realizada, então, foi considerando variações no critério PRA para mais ou para menos na ordem de 10%. Assim, foram gerados diferentes cenários a partir da variação das consequências desse critério no percentual indicado, obtendo-se novos resultados de ordenação (Apêndice B) que foram confrontados com o resultado original alcançado na etapa anterior e, com isso, avaliado o percentual de alteração nas posições das alternativas (Tabela 9 – Apêndice B e Figura 27).

Desse resultado, observa-se que as três primeiras alternativas (SET 9, YP931 e 3P11P) em 100% das simulações não alteraram suas posições em relação ao ranque original. Excetuando as alternativas YXYWT (4º) e PTWWY (6º), todas as demais mudaram de posição em 100% das simulações. Na Tabela 10 (Apêndice B) é possível verificar, dentro dessas mudanças de posição, quais posições foram ocupadas e em que percentual durante as simulações. Por exemplo, a alternativa YYWT3 (5º) em 100% das simulações mudou de posição (Tabela 9), sendo que nessas mudanças 87,90% esteve na 4ª posição e em 12,10% na 3ª posição (Tabela 10).

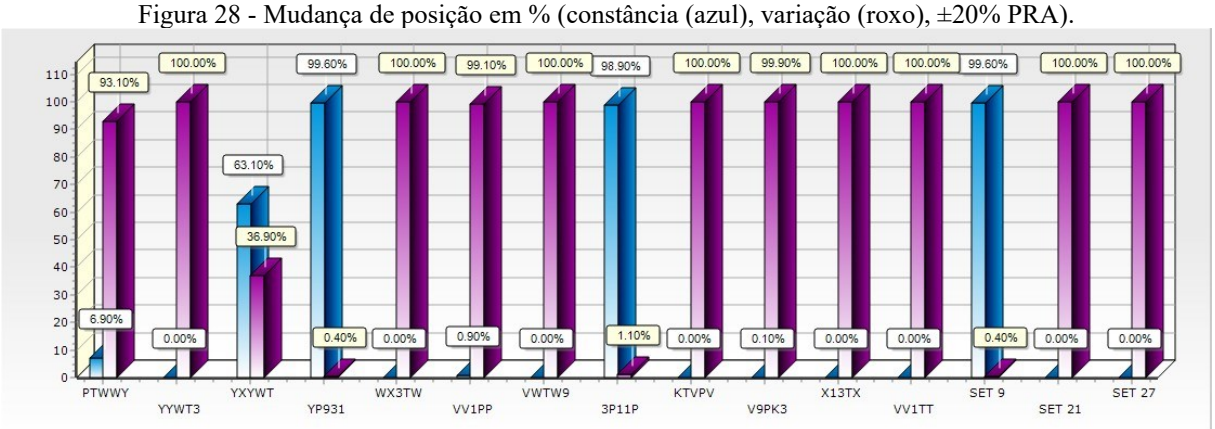
Figura 27 – Mudança de posição em % (constância (azul), variação (roxo), ±10% PRA).



Fonte: Esta pesquisa (2023).

A segunda análise realizada, também foi considerando variações no critério PRA para mais ou para menos na ordem de 20%. Assim, gerados os diferentes cenários a partir da variação das consequências desse critério no percentual indicado, obteve-se resultados de novas ordenações (Apêndice C) que foram confrontadas com o resultado original alcançado na etapa anterior e, com isso, avaliado o percentual de alteração nas posições das alternativas (Tabela 11 – Apêndice C e Figura 28).

Figura 28 - Mudança de posição em % (constância (azul), variação (roxo), ±20% PRA).



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Desse resultado, observa-se que as duas primeiras alternativas (SET 9 e YP931) em 99,60% das simulações não alteraram suas posições em relação ao ranque original. Novamente, a maior parte das alternativas mudaram de posição em 100% das simulações ou em percentuais bem próximo dos 100%. Na tabela 12 (Apêndice C) é possível verificar, dentro dessas mudanças de posição, quais posições foram ocupadas e em que percentual durante as simulações, assim como na análise de sensibilidade anteriormente apresentada. Por exemplo, a alternativa YYWT3 (5º) em 100% das simulações mudou de posição (Tabela 11),

sendo que nessas mudanças 70,20% esteve na 4ª posição e em 29,80% na 3ª posição (Tabela 12).

4.6 Análise dos resultados e elaboração de recomendação

A análise dos resultados consiste em avaliar os passos fundamentais do modelo que embasaram a solução indicada que, na presente pesquisa, trata-se da ordenação das classes de falsificação objetivando a priorização investigativa.

Inicialmente, pelos dados fornecidos na Figura 26, observa-se que os critérios NM, QOC, QP e TE tiveram suas constantes de escala zeradas o que implica que diante das preferências do decisor esses critérios não influenciam o procedimento decisório. Vale lembrar que a construção desse modelo contou com a colaboração de diversos policiais que, dentro da sua *Weltanschauung* (visão de mundo), apresentaram sugestões do que deveria ser levado em consideração em um processo de priorização de classes de falsificação a serem investigadas. No entanto, na elicitação, seja das constantes de escala ou da elicitação flexível por decomposição utilizada na presente pesquisa, o decisor é quem expressa suas preferências, porque é sobre quem são cobrados os resultados, positivos ou não, de uma decisão.

Nesse mesmo contexto, observou-se que os critérios PRA, Timp, QRA, nessa ordem, tiveram influência na determinação do valor global de cada alternativa em média em 85%, 8,5% e 6,5%, respectivamente. Isso, em parte, justifica a ordenação alcançada quando se observa que as 5 primeiras alternativas apresentam os maiores valores de PRA. Por isso mesmo, as análises de sensibilidade focaram nesse critério, pois além de ser o critério com preponderância na ponderação do valor global da alternativa, trata-se de um critério estimado que certamente apresentará variações em suas performances. Em uma análise de sensibilidade não faria sentido variar o critério Timp, pois contrariaria um dos princípios que norteiam a criação de classe de falsificação que é o da intravariabilidade baixa. O critério QRA é um critério muito estável, com baixa chance de variabilidade, pois se trata da média anual de retenções/apreensões, o que não justificaria, em princípio, avaliar variações percentuais em uma análise de sensibilidade.

Feita essas considerações, observou-se, após realizadas as análises de sensibilidade da forma proposta, que as alternativas SET9, YP931 e 3P11P, que ocupam as três primeiras posições nessa ordem, apresentaram maior robustez sem variação ou com variação mínima diante das simulações realizadas.

A alternativa YXYWT, 4ª posição, também apresentou estabilidade em sua posição na /maior parte das simulações, tendo a 5ª posição como preferência quando alterada da sua posição original. Já a 5ª alternativa, YYWT3, alterou sua posição em 100% das simulações nas duas análises de sensibilidade, estando na maioria das vezes, nessas alternâncias, na 4ª posição. Mesmo o desempenho no critério PRA sendo inferior ao da 4ª alternativa uma justificativa para essa alternância da 5ª para a 4ª posição, além da variação do PRA proposto nas duas análises de sensibilidade, é o fato de ser uma classe feita com impressão ofsete que teria preferência a uma classe feita com impressão em jato de tinta, que é o caso da 4ª alternativa.

Da 6ª até a 9ª posição as alternâncias nas simulações também demonstram resultados mais sensíveis, em que tais alternativas disputam na maioria das vezes a 5ª posição. Ao observar os desempenhos em seus critérios, observa-se uma proximidade, o que pode justificar essa alteração entre elas. As demais alternativas também apresentam instabilidade em suas posições variando em 100% das simulações nas duas análises de sensibilidade. Isso também pode ser justificado pela proximidade das performances de seus critérios, o que dentro das alterações simuladas, demonstram que suas posições podem variar em relação ao ranque original.

Antes de se analisar o impacto dessas possíveis variações na posição do ranque original de algumas das classes de falsificação analisadas, cumpre ressaltar que o processo investigatório não se daria em apenas uma ou duas classes, se não a problemática poderia ser definida como de escolha e não de ordenação. Além disso, nem sempre há elementos suficientes de uma determinada classe de falsificação que permita o bom andamento dos trabalhos investigativos, tendo-se, por vezes, que optar por outra classe em que se tem elementos suficientes para dar andamento nos trabalhos policiais, culminando no fechamento do laboratório. Logo, a investigação nem sempre pode seguir uma ordem como a proposta, pois outras variáveis entram na avaliação do desenvolvimento do trabalho policial. No entanto, como já mencionado, é de extrema importância saber o que priorizar, a fim de se manter o foco, naquelas classes que podem causar maior dano na sociedade.

Assim, a robustez das primeiras 4 posições já indica o que deve ser priorizado e centrado esforços para o desmantelamento dos laboratórios. Além disso, vale lembrar que, para o presente modelo, algumas simplificações foram adotadas, como o veto de alternativas que apresentavam desempenho inferior a 1.000 cédulas no critério PRA, além do tratamento dado a esse próprio critério como determinístico, quando na verdade se trata de um critério probabilístico. Isso não invalida os resultados aqui alcançados, porém definem um ponto de

atenção que deve ser acompanhado, pois a estimativa de retenção/apreensão de uma determinada classe de falsificação é muito dinâmica e aleatória e fora do controle do decisor.

Como o trabalho policial também é dinâmico, entende-se que o resultado apresentado é uma proposta de priorização, em que nas primeiras 4 posições tem-se uma maior robustez o que permitiria focar os esforços investigativos, porém, realizando um acompanhamento dos registros de retenções/apreensões de cada classe de falsificação, objetivando validar as projeções apontadas pelo especialista e, com isso, corroborar a ordenação aqui proposta ou efetuar ajustes a uma nova realidade.

4.7 Implementação da decisão

A implementação de uma decisão como a proposta nesta pesquisa envolve variáveis organizacionais e de tempo. Como percebido na estruturação de problemas, via SSM, ainda que se tenha uma priorização de classes de falsificação a serem investigadas, o alinhamento entre a unidade central (UERF) com as unidades descentralizadas é de fundamental importância. Isso porque o engajamento da unidade descentralizada e a conscientização da importância do trabalho é passo imprescindível para o sucesso no combate ao crime de moeda falsa. Tal entendimento não pode ficar adstrito a unidade central, sem o devido envolvimento das unidades que podem conduzir as investigações. Dada as diversas outras atribuições, os acúmulos de atividades e o estigma de um histórico de casos sem solução nessa área é fundamental um trabalho de conscientização demonstrando o potencial dessa nova abordagem de investigação, destacando que a priorização de uma determinada classe de falsificação advém de uma análise decisória estruturada o que reforçaria a relevância do caso e o benefício imediato para a sociedade.

Além disso, a manutenção de uma estrutura na unidade central (UERF) com policiais qualificados, que possam permanecer por períodos maiores nessa área investigativa, também é outro ponto a ser levando em consideração. Afinal, não se pode desenvolver um trabalho a contento, sem antes ter um conhecimento mínimo e qualificado a ponto de gerar resultados satisfatórios. O mercado de cédulas falsas é dinâmico, envolvendo o entendimento de técnicas de falsificação, modo de atuação das quadrilhas, forma de logística de distribuição que, se mal compreendidas, não resultaram no objetivo principal da priorização de classes a serem investigadas.

Quanto ao tempo, a implementação dessa priorização deve ser com a maior brevidade possível, pois como já mencionado o mercado de moeda falsa é dinâmico e a performance dos critérios analisados podem variar de ano para ano. A espera para implementar essa decisão,

pode ocasionar a alteração nas ordens das classes aqui sugeridas. Além disso, em cada operação policial de sucesso, que significa o desmantelamento de um laboratório produtor, podem surgir novos laboratórios que poderão entrar na lista de prioridades. Os criminosos se comunicam entre eles, compartilham matrizes de produção de cédula falsa e a prisão de um desses elementos pode suscitar em outro o estímulo necessário para começar uma nova produção de numerário falso, enxergando como uma oportunidade de suprir a cadeia de distribuição órfã do laboratório desmantelado. Além disso, outro aspecto a ser ponderado é que quanto mais tempo um determinado laboratório permanece no mercado, mais complexa e estruturada fica sua rede logística de distribuição, tornando de combate ao crime de moeda falsa mais desafiador. Assim, quanto mais ágil for a ação policial melhores são os efeitos pedagógicos para inibir a atividade criminosa e contribuir para a confiança e segurança da moeda nacional.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Por fim, neste capítulo são apresentadas as conclusões derivadas da aplicação do modelo de análise multicritério aos dados reais da Polícia Federal, propondo a concentração dos esforços investigativos na busca da otimização dos resultados no desmantelamentos dos laboratórios de moeda falsa.

Além disso, também realiza uma análise crítica das limitações do modelo e das abordagens realizadas, com o fim de propor a exploração de novas abordagens, a expansão do modelo para diferentes contextos ou a incorporação de variáveis adicionais para aprimorar a precisão e a aplicabilidade.

Desta forma, fica evidente que os resultados apresentados servem, também, como um ponto de partida para pesquisas subsequentes, alimentando o contínuo desenvolvimento e aprimoramento das estratégias de combate ao crime de falsificação de moeda.

5.1 Análise e conclusões da pesquisa

Como foi discorrido, o problema de falsificação da moeda nacional coloca em xeque as duas principais funções da moeda: a credibilidade e a confiança como reserva de valor e meio de troca. Além disso, foi também observado os impactos que essa conduta criminosa provoca tanto para a economia como para a população, principalmente a camada mais desfavorecida. Atualmente, a taxa brasileira encontra-se em torno de 40 ppm, ou seja, 40 cédulas falsas detectadas por milhão de cédulas autênticas do meio circulante.

Em virtude das limitações operacionais e financeiras das instituições de segurança pública, cumpre buscar alternativas que potencializem os resultados de combate a essa conduta criminosa, mediante o uso dos recursos disponíveis, a fim de minimizar os impactos tanto para o sistema financeiro, como para o social das consequências delitivas dessa modalidade criminosa.

Assim, a presente pesquisa consistiu em propor um modelo multicritério de apoio à decisão, visando a ordenação de classes de falsificação a serem investigadas, a partir de critérios pré-definidos, para priorizar os esforços a serem empregados no desmantelamento de laboratórios de falsificação. Ressalta-se que tal priorização não vem com o objetivo de restringir os trabalhos, mas tão somente oferecer um referencial de casos de relevância que dependerão, ainda, das informações disponíveis e suficientes para o desenvolvimento das investigações.

A construção do modelo que representa esse processo de decisão envolveu uma abordagem *soft* da PO apoiado em um procedimento composto por três fases principais que consistem em *Fase preliminar*, *Modelagem de Preferências e Confirmação do Método* e *Finalização*. Essas fases são divididas em etapas e buscam modelar uma representação que se aproxime da realidade e seja útil para a situação-problema.

Na fase de diagnóstico da situação foi aplicada uma metodologia de estruturação de problemas, a *Sotf System Methodology* (SSM), que permitiu não somente perceber, como expressar melhor a situação-problema e, por meio da criação de um modelo conceitual, revelou oportunidades de propor melhorias a partir do confronto com a realidade. Em específico, as análises restringiram-se no subsistema nocional "analisar as classes de falsificação" que, até então, utilizava uma metodologia próxima, ainda que sem intenção, da lexicográfica, fazendo o uso de um único critério para o estabelecimento das relações de preferência estrita entre o conjunto de alternativas analisado. Esse critério se tratava do quantitativo de cédulas retidas na rede bancária separadas por classes de falsificação.

No entanto, houve a percepção que a forma de mensuração desse critério poderia incluir os quantitativos apreendidos pela Polícia Federal, bem como considerar o espaço de tempo de toda a existência da classe de falsificação. Além disso, outros seis novos critérios foram definidos que consistiram no tipo de impressão gráfica predominante da classe de falsificação (Timp), número de municípios em que foi detectada a classe (NM), quantidade de apreensões de postagens da classe (QOC), quantidade de procedimentos investigativos relacionados à classe (QP), tempo de existência da classe (TE) e projeção de retenções/apreensões da classe para o ano de 2023 (PRA).

A partir de então, foi construído o espaço de ações (alternativas), identificada a estrutura de preferências e racionalidade do decisor, bem como escolhido o método de apoio à decisão: o FITradeoff. Já na definição do espaço de ações alguns refinamentos foram empregados como a eliminação de alternativas que já haviam sido objeto de investigações, cujos laboratórios foram desmantelados, e de alternativas que apresentaram inconsistências na elicitação flexível e que distorciam a comparação entre os desempenhos dos critérios na fase de definição de relação de preferências. Além disso, algumas alternativas puderam, por meio do conceito de classes vinculadas, serem aglutinadas, tornando-se uma única alternativa do conjunto globalizado. Por fim, o decisor aplicou um veto às alternativas que apresentavam um desempenho inferior a 1.000 cédulas no critério PRA, resultando assim, após todos esses refinamentos um espaço de ações com 15 alternativas (de 328 iniciais) e sete critérios para a construção da matriz de consequências.

Do resultado da aplicação desse modelo multicritério resultou o ordenamento das 15 alternativas, em que as 4 primeiras posições (SET9, YP931, 3P11P e YXYWT) apresentaram robustez diante das análises de sensibilidade realizadas. As demais alternativas apresentaram grande sensibilidade diante dessa análise com mudanças de posições em relação ao ranque original. No entanto, essa alta sensibilidade dessas alternativas foi observada pela proximidade das performances dos seus critérios. Dentre os critérios propostos, apenas o PRA, Timp e QRA tiveram influência na determinação do valor global de cada alternativa que, em média, foi de 85%, 8,5% e 6,5%, respectivamente.

O cenário de apreensão de cédulas falsas para o ano de 2023, foi estimado na ordem de 365.000 cédulas. O desempenho ideal de uma atividade policial é que nenhuma dessas cédulas entrassem em circulação no sistema monetário nacional. No entanto, essa possibilidade é utópica e, por isso, busca-se por meio da presente pesquisa uma proposta capaz de reduzir esse quantitativo otimizando o escasso recurso investigativo. Uma vez que se encontram ativas 328 classes de falsificação, sendo operacionalmente inviável a abertura de investigações a todas elas, caberia uma análise, embasada cientificamente, que permitisse a otimização do desempenho da investigação policial focando no desmantelamento dos principais laboratórios produtores de numerário falso por meio de esforços concentrados, orientados e direcionados.

Assim, o modelo proposto contribui significativamente para o direcionamento das ações policiais, uma vez que um espaço de ações definido em 15 alternativas, o que representa 4,6% das classes de falsificação, representa 59% da previsão de apreensão de cédulas falsas no ano de 2023. Se considerarmos apenas as 4 primeiras alternativas na ordenação proposta no modelo, o que significa 1,2% das classes de falsificação, os esforços investigativos ficam concentrados em 43% da previsão de apreensão de cédulas falsas em 2023.

O modelo proposto gera impactos econômicos em dois aspectos, além do impacto social. Inicialmente, a significativa redução de numerário falso no meio circulante, por meio de esforços concentrados, orientados e direcionados das ações policiais, contribuem para o fortalecimento dos pilares da credibilidade e da confiança na moeda nacional, evitando consequências secundárias como a expansão do índice inflacionário e a necessidade de investimentos em troca da moeda circulante. Além disso, o pequeno empresário, cujas margens de lucro são reduzidas, tem a saúde do seu empreendimento afetada de forma mais severa quando na composição de suas receitas, detecta-se a presença de numerário falso. Em um segundo aspecto, dentro da análise econômica, o modelo permite a otimização dos procedimentos policiais, uma vez que o direcionamento dos recursos investigativos em ações

de combate às classes de falsificação que mais causam danos à economia e à sociedade, evitam desperdícios em ações de menor significância. Por fim, o impacto social tem reflexo direto nas camadas mais necessitadas que são mais frágeis no caso do recebimento de numerário falso. Por isso, o foco na potencialização da redução das falsificações no meio circulante é tão importante, pois também contribui para a proteção desse orçamento familiar que é mais vulnerável diante dessa prática delituosa.

5.2 Limitações e sugestões para trabalhos futuros

O modelo proposto é fundamentado na estrutura preferência estrita (P) e de indiferença (I), atendendo a uma racionalidade compensatória do decisor. Isso é fundamental para a escolha do método multicritério e, no presente caso, o de elicitação flexível. Assim, nos casos em que forem identificados decisores que tenham uma estrutura de preferências que admita por exemplo, incomparabilidade (R) entre as alternativas ou, ainda, uma racionalidade não compensatória, o modelo proposto não se aplicará. Assim, o presente modelo está limitado a situações em que o decisor atenda as premissas formuladas. Isso também sinaliza uma oportunidade para desenvolvimento de pesquisas futuras de um modelo multicritério que atenda premissas distintas das abordadas nessa pesquisa como, por exemplo, nos casos de racionalidade não compensatória.

Outro aspecto a ser considerado é que, por questões de simplificação, o critério PRA foi tratado como determinístico, tendo suas performances estabelecidas por um especialista. Desta forma, esse ponto sugere uma proposição de estudo futuro em que se possa aplicar uma abordagem probabilística, verificando os possíveis estados da natureza associados a estimativa de retenção/apreensão de cédulas de uma determinada classe de falsificação e, assim, comparar com os resultados apresentados por esta pesquisa e avaliar as possíveis abordagens.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. 70% dos trabalhadores brasileiros ganham até dois salários-mínimos. **Correio Brasiliense**, 23 de novembro de 2022. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2022/11/5053834-70-dos-trabalhadores-brasileiros-ganham-ate-dois-salarios-minimos.html. Acesso em: 19/03/2023.

ALMEIDA, A. T. **Processo de Decisão nas Organizações**: Construindo Modelos de Decisão Multicritério. 1ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

ALMEIDA, A. T. et al. **A new method for elicitation of criteria weights in additive models**: flexible and interactive tradeoff. European Journal of Operational Research, v. 250, n. 1, p. 179–191, 2016.

ALMEIDA, A.T. et al. **Decisão em Grupo e Negociação**: Métodos e Aplicações. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2019.

AUSTRALIA. Reserve Bank of Australia. **Annual Report**. Sydney, 2022. Disponível em: https://www.rba.gov.au/publications/annual-reports/rba/2022/pdf/rba-annual-report-2022.pdf. Acesso em: 27/03/2023.

BARBOSA, M. Dinheiro em espécie: Brasil tem R$ 339 bilhões em circulação. **Poder360**. 09 de janeiro de 2022. Disponível em: https://www.poder360.com.br/economia/dinheiro-em-especie-brasil-tem-r-339-bilhoes-em-circulacao/. Acesso em: 21/02/2023.

BASÍLIO, M.P et al. **Ranking policing strategies as a function of criminal complaints**: application of the PROMETHEE II method in the Brazilian context. Journal of modelling in management, 16(4), p. 1185–1207, 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei 2.848, de 07 de dezembro de 1940.** Código Penal. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, 31 dez. 1940. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: 26/01/2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Súmula nº 73**. A utilização de papel moeda grosseiramente falsificado configura, em tese, o crime de estelionato, da competência da Justiça Estadual. Brasília, DF, [1993]. Disponível em: https://www.stj.jus.br/publicacaoinstitucional/index.php/sumstj/article/download/5276/5401. Acesso em: 14/04/2023.

BRASIL. Polícia Federal. **Portaria Conjunta nº 01 – COGER-DICOR/PF, de 12 de agosto de 2019**. Regulamenta os procedimentos a serem adotados em relação às notícias-crime no âmbito do Projeto Prometheus - Fase Piloto, e dá outras providências. Boletim de Serviço da Polícia Federal nº161, Brasília, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. LIODS – Laboratório de Inovação, Inteligência e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **2º caderno de Moeda Falsa, Painel Relatório Quantitativo.** Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.cnj.jus.br/wp-content/uploads/2021/12/relatorio-moeda-falsa-painel-e-relatorio-quantitativo.pdf >. Acesso em: 02/09/2022.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Estatísticas de Meios de Pagamentos**. Brasília, 2021a. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estatisticas/spbadendos. Acesso em: 21/02/2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. **Painéis interativos da Justiça em Números Digital**. Brasília, 2021b. Disponível em: https://www.cnj.jus.br/pesquisas-judiciarias/justica-em-numeros/. Acesso em: 30/09/2022.

BRASIL. Polícia Federal. **Conheça o Projeto Prometheus.** Brasília, 31 de outubro de 2022. Disponível em: Intranet da Polícia Federal. Acessado em: 27 de janeiro de 2023.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Estatística de Falsificação**. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estatisticas/mecirestfalsas?ano=2022. Acesso em: 27/03/2023.

CAUCHICK-MIGUEL, P.A. (Org.). **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CHECKLAND, P. **Systems Thinking, Systems Practice. Includes a 30-year retrospective.** Hoboken: John Wiley & Sons Ltd, 1999.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: Escolhendo entre cinco abordagens. São Paulo: Penso, 2014.

CUNHA, C.P.C.B. **Decisão Multicritério na Priorização das Operações Especiais da Polícia Federal.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019.

EDWARDS, W.; BARRON F. H. **SMARTS and SMARTER**: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. Organizational Bahavior and Human Decision Processes 60, 306-325, 1994.

ENGLAND. Bank of England. **Counterfeit banknotes**. 2023. Disponível em: https://www.bankofengland.co.uk/banknotes/counterfeit-banknotes. Acesso em: 27/03/2023.

ESPÍRITO SANTO, P. P. P. **Elicitação de Preferências com Informação Parcial para Avaliação Intracritério no Método FITradeoff.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2022.

EUROPEAN CENTRAL BANK. **Number of counterfeit euro banknotes remains low in 2022**. Frankfurt, 2023. Disponível em: https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2023/html/ecb.pr230130~98bc45a802.en.html#:~:text=In%202022%2013%20counterfeits%20were,(see%20the%20chart%20below). Acesso em: 27/03/2023.

FAVERI, M.A. **Análise Multicritério de Investigações Policiais**: avaliação em momento de escassa informação e tratamento de imprecisões. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019.

FINANCIAL ACTION TASK FORCE (FATF). **Money Laundering and Terrorist Financing Related to Counterfeiting of Currency**. Paris, 2013. Disponível em: https://www.fatf-gafi.org/en/publications/Methodsandtrends/Money-laundering-terrorist-

financing-counterfeit-currency.html#:~:text=Download-,Money%20Laundering%20and%20Terrorist%20Financing%20Related%20to%20Counterfeiting%20of%20Currency,trafficking%20in%20drugs%20and%20racketeering. Acesso em: 11/03/2023.

FRANCO, L. A.; CUSHMAN, M.; ROSENHEAD, J. **Project review and learning in the construction industry**: Embedding a problem structuring method within a partnership context. European Journal of Operational Research, 152, p. 586–601, 2004.

FRANÇOZO, R. V.; BELDERRAIN, M. C. N. **A problem structuring method framework for value-focused thinking**. EURO Journal on Decision Processes, V. 10, 2022.

FÜRBACH, Martin. **Forensic intelligence analysis of counterfeit banknotes in the "global and digital" age**. Moscow, 2016. Disponível em: https://www.icpress.ru/en/news/19049/. Acesso em: 15/03/2023.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial**: enfoque multicritério. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GROSS, J. C. **Multicritério de Apoio à Decisão**. Indaial: UNIASSELVI, 2010.

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9ª Edição. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2012.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives**: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley & Sons, 1976.

KINLOCH, P. et al. **Police operational planning and crime detection through adopting an information systems approach**. In: 2008 International Conference on Innovations in Information Technology, pp. 272–276, 2008.

KOCH, R. **O Poder 80/20**: Os segredos para conseguir mais com menos nos negócios e na vida. 1ª Edição. Belo Horizonte: Gutenberg, 2015.

LARGUI, N. Número de notas falsas apreendidas caiu quase 30% em 2021, mostra Banco Central. **Valor Investe**, 2022. Disponível em: https://valorinveste.globo.com/produtos/servicos-financeiros/noticia/2022/01/26/numero-de-notas-falsas-apreendidas-caiu-quase-30percent-em-2021-mostra-banco-central.ghtml. Acesso em: 02/09/2022.

LIMA, P.H.F. **Modelo de Decisão Multicritério Para Classificação e Gestão de Operações Policiais no âmbito da Polícia Federal Brasileira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019.

MEXICO. Banco de Mexico. **Economic Information System**. [Cidade do México], 2023. Disponível em: https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=11&accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA617&locale=en. Acesso em: 27/03/2023.

MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. **Introduction to the Special Issue**: Teaching Soft O.R., Problem Structuring Methods, and Multimethodology. Maryland: INFORMS Transactions on Education, 12(1), p. 1-3, 2011.

MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. **Problem structuring methods in action.** European Journal of Operational Research, 152, p. 530–554, 2004.

MINGERS, J.; TAYLOR, S. **The use of soft systems methodology in practice.** Journal of the Operational Research Society, 43 (4), p. 321–332, 1992.

MONNET, C. **Counterfeiting and Inflation**. European Central Bank. Working Paper Series nº 512. Agosto de 2005. Disponível em: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp512.pdf. Acesso em: 14/03/2023.

MU, E.; CHUNG, T.R.; REED, L.I. **Paradigm shift in criminal police lineups**: Eyewitness identification as multicriteria decision making. International journal of production economics, 184, pp. 95–106, 2017.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; FERREIRA, R. J. P. **Modelo para Seleção de Perito Criminal Federal com base no método FITradeoff**. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Juiz de Fora, 2022. Disponível em: <https://proceedings.science/sbpo/sbpo-2022/trabalhos/modelo-para-selecao-de-perito-criminal-federal-com-base-no-metodo-fitradeoff?lang=pt-br>. Acesso em: 07 jun. 2023.

PORTAL R7. Polícia Federal fecha 25 laboratórios de dinheiro falso em dois anos e meio. **JR na TV**, 2022. Disponível em: https://noticias.r7.com/jr-na-tv/videos/policia-federal-fecha-25-laboratorios-de-dinheiro-falso-em-dois-anos-e-meio-01072022. Acesso em: 21/02/2023.

RAVETZ, J.R. **Scientific Knowledge and Its Social Problems**. 2 ed.. Nova Iorque: Routledge, 1996.

RITTEL, H.W.J.; WEBBER, M.M. **Dilemmas in a general theory of planning**. Policy Sci., 4 (2), p. 155-169, 1973.

ROSENHEAD, J.. **What's the problem? An introduction to problem structuring methods Interfaces**, 26 (6), pp. 117-131, 1996.

ROSENHEAD, J.; MINGERS, J. (eds.). **Rational Analysis for a Problematic World Revisited**: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict. 2ª Ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2001.

SCHRAMM, W. **Notes on case studies of instructional media projects**. Working paper, the Academy for Educational Development, Washington, DC, 1971.

SHINOHARA, G. Nota de R$200,00, a do lobo-guará, já é a segunda mais falsificada no país. **O Globo**, 14 de dezembro de 2021. Disponível em: https://oglobo.globo.com/economia/nota-de-200-do-lobo-guara-ja-a-segunda-mais-falsificada-no-pais-25315571. Acesso em: 19/03/2023.

SIMON, H.A.. **The structure of ill structured problems.** Artif. Intell., 4 (3), pp. 181-201, 1973.

SURRENCY, M.J.; PAGANO, L.W.; CHURCH, S.E.. **Forgery and Fraud, Counterfeit Currency**. Encyclopedia of Forensic Sciences, p. 969-981, 2000.

UPADHYAYA, A.; SHOKEEN, V.; SRIVASTAVA, G. **Exploring and Ranking Factors Affecting Currency Counterfeiting Using Factor Analysis and Regression**. International Journal of Business Analytics. V. 6, Issue 2, 2019.

VILES N.; RUSH A.; ROHLING T. **The Social Costs of Currency Counterfeiting**. Reserve Bank of Australia, Research Discussion Paper. Sidney, 2015. Disponível em: https://www.rba.gov.au/publications/rdp/2015/pdf/rdp2015-05.pdf. Acesso em: 16/03/2023.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA

Problema: definir um ordenamento para priorizar classes de moedas falsas para investigação.

Questionário com 12 questões. Lembrando que não existe resposta certa ou errada. É apenas um levantamento situacional, conforme a percepção do respondente, diante da temática.

1. Na sua visão, existe, atualmente, um processo que define a classe de moeda falsa a ser investigada? Se sim, ainda que informal, como é esse processo? Senão, como se dá o processo da escolha da classe que será investigada? (Se possível, indicar os principais passos desse processo)

2. Existem priorizações nas investigações de moeda falsa? Se sim, a classe de moeda falsa é um fator a ser considerado nessa priorização?

3. Quanto aos dados relacionados às classes de moeda falsa, que tipos de informações você consegue extrair dessas classes que você julga relevante para uma investigação?

4. Quais são os atores que participam diretamente desse processo de definição de quais classes serão investigadas? (Aqui pode citar os atores internos da PF e os externos, se houver)

5. Quais são os atores que possuem alguma influência nesse processo de definição das classes a serem investigadas? (Aqui pode citar os atores internos da PF e os externos, se houver)

6. No caso de uma priorização de classes de moeda falsa a serem investigadas, quem seria(m) o(s) principal(is) interessado(s) nesse(s) ranqueamento(s)?

7. Na sua visão, seria importante definir uma priorização das classes a serem investigadas? Se sim ou não, justifique sua resposta.

8. Se sua resposta for sim no quesito anterior e se não há uma priorização de classes a serem investigadas, por que, na sua opinião, isso ainda não foi desenvolvido? Se sua resposta foi ‘não’ no quesito anterior, pode passar para a próxima pergunta.

9. Na sua opinião, haveria alguma restrição legal, operacional, cultural-organizacional, para se estabelecer um processo de priorização de classes de moeda falsa para investigação?

10. Na sua opinião, quais dos critérios abaixo seriam importantes para decidir qual classe deveria ser priorizada numa investigação.

	Sim	Não
Histórico de quantidade de cédulas apreendidas	( )	( )
Número de Estados da Federação em que foi detectada a classe	( )	( )
Existência de IPLs relacionados à classe	( )	( )
Tipo de impressão das cédulas (Jato de tinta, laser, ofsete, etc)	( )	( )
Tempo de existência da classe	( )	( )
Forma de apreensão (pessoa física)	( )	( )
Forma de apreensão (estabelecimento comercial)	( )	( )
Forma de apreensão (Correios)	( )	( )
Forma de apreensão (Transportadoras)	( )	( )

11. Teria algum outro critério, não mencionado acima, que seria importante na ponderação de análise de priorização de classes de moeda falsas? Se sim, justifique a importância desse critério.

12. Se houver algum ponto a destacar, informação, dado que julgar importante nesse levantamento e que não foi abordado em nenhuma das questões anteriores, por favor, faça-o neste quesito.

APÊNDICE B – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE 10%.

Tabela 9 - Mudança de posição da alternativa em % (±10% PRA).

Posição ranque original	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternativas	SET 9	YP931	3P11P	YXYWT	YYWT3	PTWWY	VV1PP	V9PK3	SET 27	KTVPV	X13TX	WX3TW	VWTW9	VV1TT	SET 21
Posição original (%)	100.00	100.00	100.00	77.60	0.00	11.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mudança de posição (%)	0.00	0.00	0.00	22.40	100.00	88.10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: Esta pesquisa (2023).

Tabela 10 – Posição ocupada no ranque em % (±10% PRA).

Alternativa/posição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PTWWY	0.00%	0.00%	0.00%	10.10%	78.00%	11.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YYWT3	0.00%	0.00%	12.10%	87.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YXYWT	0.00%	0.00%	7.40%	77.60%	15.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YP931	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
WX3TW	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	12.50%	60.40%	23.00%	3.10%	0.10%	0.00%
VV1PP	0.00%	0.00%	0.00%	10.10%	78.00%	11.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
VWTW9	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	12.50%	60.40%	23.00%	3.10%	0.10%	0.00%
3P11P	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KTVPV	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	12.50%	60.40%	23.00%	3.10%	0.10%	0.00%	0.00%
V9PK3	0.00%	0.00%	0.00%	10.10%	78.00%	11.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
X13TX	0.00%	0.00%	0.00%	3.70%	40.00%	45.60%	10.00%	0.70%	0.00%	0.00%	0.00%
VV1TT	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	12.50%	60.40%	23.00%	3.10%	0.10%	0.00%
SET 9	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SET 21	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	12.50%	60.40%	23.00%	3.10%	0.10%
SET 27	0.00%	0.00%	0.00%	9.30%	72.00%	17.30%	1.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fonte: Esta pesquisa (2023).

APÊNDICE C – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE 20*%.*

Tabela 11 - Mudança de posição da alternativa em % (±20% PRA).

Posição ranque original	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternativas	SET 9	YP931	3P11P	YXYWT	YYWT3	PTWWY	VV1PP	V9PK3	SET 27	KTVPV	X13TX	WX3TW	VWTW9	VV1TT	SET 21
Posição original (%)	99.60	99.60	98.90	63.10	0.00	6.90	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mudança de posição (%)	0.40	0.40	1.10	36.90	100.00	93.10	99.10	99.90	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: Esta pesquisa (2023).

Tabela 12 – Posição ocupada no ranque em % (±20% PRA).

Alternativa/posição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PTWWY	0.00%	0.00%	0.30%	31.60%	61.20%	6.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YYWT3	0.00%	0.00%	29.80%	70.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YXYWT	0.00%	0.00%	15.00%	63.10%	21.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YP931	0.40%	99.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
WX3TW	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	7.00%	27.80%	44.30%	17.70%	3.00%	0.10%	0.00%
VV1PP	0.00%	0.00%	0.20%	28.60%	57.50%	12.60%	0.90%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%
VWTW9	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	6.80%	27.70%	42.90%	19.50%	2.70%	0.30%	0.00%
3P11P	0.00%	0.00%	98.90%	1.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KTVPV	0.00%	0.00%	0.10%	6.10%	28.60%	45.60%	17.00%	2.50%	0.10%	0.00%	0.00%
V9PK3	0.00%	0.00%	0.30%	29.90%	58.30%	10.60%	0.80%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%
X13TX	0.00%	0.00%	0.10%	16.60%	38.30%	33.30%	10.70%	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%
VV1TT	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	6.60%	27.60%	43.50%	19.10%	2.80%	0.30%	0.00%
SET 9	99.60%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SET 21	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.80%	12.70%	31.50%	36.50%	14.70%	2.60%	0.20%
SET 27	0.00%	0.00%	0.20%	24.70%	53.80%	19.70%	1.50%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%

Fonte: Esta pesquisa (2023).