

Estruturação de Objetivos e Critérios de Avaliação para o Sistema de Subsistência da FAB sob a perspectiva do Nexus Água-Energia-Alimentos: uma abordagem baseada em valores

Vitor Pinheiro de Araújo Costa¹, Natalia Nascimento de Souza¹, Flávio Marchi Moreira da Silva¹, Humberto Baldessarini Pires¹, Mischel Carmen Neyra Belderrain¹ e Níssia Carvalho Rosa Bergiante¹.

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos/SP - Brasil

Resumo— Este trabalho tem como objetivo identificar critérios de desempenho para diagnosticar a capacidade operacional resiliente dos Elos Executivos do Sistema de Subsistência (SISUB) da Força Aérea Brasileira (FAB) frente aos desafios impostos pelo Nexus Água-Energia-Alimentos, com vistas a subsidiar a priorização de investimentos para esses Elos. Para isso, o problema decisório foi estruturado por meio do *Value-Focused Thinking*. A aplicação contemplou a definição do enquadramento decisório, a identificação dos atores envolvidos, a identificação de valores e objetivos, a construção da rede de objetivos meios-fins, o controle de consequências e a construção da hierarquia de objetivos fundamentais. Como principal resultado, foram elicitados oito critérios para a avaliação de desempenho. A contribuição do estudo consiste em transformar as interdependências entre água, energia e alimento em dimensões avaliáveis a partir de valores e objetivos, capazes de apoiar o diagnóstico dos Elos Executivos e orientar a futura priorização de investimentos.

Palavras-Chave— Value-Focused-Thinking, Nexus WEF, Soft Operational Research.

I. INTRODUÇÃO

No âmbito da Força Aérea Brasileira (FAB), existe a estrutura operacional coordenada pelo Sistema de Subsistência (SISUB) denominada como "Elo Executivo", que executa o serviço de subsistência e sua missão principal é o preparo e distribuição de alimentos para o efetivo militar durante o expediente administrativo [1]. Embora o resultado mais visível das atividades desenvolvidas pelo Elo Executivo seja o fornecimento de refeições, as operações dependem da disponibilidade conjunta de água, energia e gêneros alimentícios [1]. Bazilian *et al.* [2] destacaram que água, energia e alimento não devem ser tratados como sistemas independentes, pois suas demandas e restrições estão fortemente relacionadas.

Nos Elos Executivos, essa interdependência manifesta-se na necessidade de água para preparo, higienização e controle sanitário, bem como de energia para cocção, refrigeração, bombeamento, conservação de gêneros e funcionamento de equipamentos. Essa relação também ultrapassa a operação interna do Elo, pois a produção, o transporte, o armazenamento e a conservação dos alimentos dependem de recursos hídricos

e energéticos ao longo da cadeia de suprimento externa. Nesse sentido, Liu *et al.* [3] argumentaram que desafios interconectados, quando tratados de forma isolada, podem gerar respostas parciais, capazes de reduzir um problema enquanto agravam outros.

Com base nessa perspectiva, a dinâmica de uso de água, energia e alimento para o serviço de subsistência pode ser analisada sob a ótica do Nexus Água-Energia-Alimentos, também conhecido como *Nexus Water-Energy-Food*, ou *Nexus WEF*. Albrecht *et al.* [4] indicaram que o *Nexus WEF* busca compreender essas relações por meio de *trade-offs*, sinergias e interações entre sistemas, enquanto Kurian [5] acrescentou que essa abordagem permite analisar limites, compensações e pontos de tensão entre recursos em contextos de restrição.

Sob esse paradigma, o *Value-Focused-Thinking* (VFT) proposto em [6] pode ajudar a entender como os valores e objetivos extraídos do SISUB, associados ao *Nexus WEF*, contribuem para a mensuração do impacto dos desafios impostos pelo *Nexus WEF* dentro das atividades desenvolvidas por cada Elo Executivo. Por conseguinte, Vieira *et al.* [7] definiram um processo integrado de apoio à decisão, baseado no VFT, que entregou uma série de definições focadas na identificação de critérios e atributos que auxiliam na tomada de decisão de uma organização.

Ante o exposto, a relevância deste trabalho consiste em identificar quais critérios de desempenho podem auxiliar o SISUB a diagnosticar as capacidades dos Elos Executivos em cenários de escassez dos elementos do *Nexus WEF*, servindo como proposta para priorização de investimentos no âmbito mais estratégico da FAB.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. O SISUB no âmbito da FAB

O SISUB da FAB é definido em [1] como o conjunto de órgãos ou elementos interdependentes, sujeitos à orientação normativa de seu Órgão Central, voltados à organização e à padronização das atividades relacionadas ao provimento da alimentação do pessoal militar e civil da Aeronáutica. Nesse contexto, o SISUB compreende os recursos orçamentários, humanos, materiais, infraestruturais e processuais vinculados à produção e ao fornecimento de alimentação ao efetivo [1].

Além da base normativa, Tedesco *et al.* [8] evidenciaram que a atividade de subsistência envolve rotinas de gestão,

Vitor Pinheiro de Araújo Costa, vitorp.0309@gmail.com; Natalia Nascimento de Souza, natalia.souza.102285@ga.ita.br; Flávio Marchi Moreira da Silva, flavio.silva.102378@ga.ita.br; Humberto Baldessarini Pires, humbertohbp@ita.br; Mischel Carmen Neyra Belderrain, carmen.beld@gmail.com; Níssia Carvalho Rosa Bergiante, nissia@ita.br. Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

controle de recursos, acompanhamento de custos, qualidade do serviço prestado e satisfação dos usuários. Essa perspectiva reforça que o Elo Executivo não deve ser compreendido apenas como unidade produtora de refeições, mas como uma estrutura de gestão operacional.

Sob outra ótica, o SISUB pode ser compreendido como um sistema inserido em um ambiente operacional complexo e pouco estruturado. A produção, o transporte e a distribuição de alimentos dependem de energia, ao mesmo tempo em que a captação, o bombeamento, o tratamento e a distribuição de água também exigem recursos energéticos [9]. Essa percepção evidencia que a continuidade do serviço de subsistência não depende apenas da existência de gêneros alimentícios, mas da articulação entre suprimento alimentar, disponibilidade hídrica, fornecimento energético, infraestrutura, logística, fornecedores e capacidade de gestão.

Essa condição aproxima o SISUB de situações decisórias pouco estruturadas, caracterizadas por múltiplos atores, perspectivas distintas, interesses potencialmente conflitantes, incertezas e fatores intangíveis [10]. No âmbito do SISUB, a atuação dos Elos Executivos ocorre sob influência de fatores internos, como pessoal, instalações, equipamentos, estoques e processos de trabalho, e de fatores externos, como concessionárias, fornecedores, infraestrutura regional e demanda da comunidade do entorno.

B. Nexus WEF

O *Nexus WEF* representa uma abordagem voltada à compreensão integrada das relações entre água, energia e alimento. Sargentis et al. [11] trataram essa questão como uma nova leitura sobre a dinâmica de funcionamento das sociedades, na qual a prosperidade, a organização territorial e a infraestrutura dependem da forma como esses recursos são articulados. Neste sentido, o *Nexus WEF* desloca a análise de uma visão setorial para uma compreensão sistêmica, na qual a disponibilidade ou restrição de um recurso pode afetar diretamente os demais.

D’Odorico et al. [12] reforçaram essa interpretação ao discutir o *Nexus WEF* em escala global, destacando que a água atua como fator limitante tanto para a produção de alimentos quanto para determinados processos de geração de energia. A produção alimentar depende de água para cultivo, preparo e higienização, além de energia para processamento, transporte, refrigeração e conservação. De forma complementar, a captação, o bombeamento, o tratamento e a distribuição da água demandam energia, enquanto a geração energética pode depender de recursos hídricos ou competir com usos associados à produção alimentar. Essa interdependência evidencia que decisões voltadas a apenas um dos elementos podem produzir efeitos sobre toda a cadeia de recursos.

A literatura também aponta que o *Nexus WEF* envolve dimensões materiais, institucionais e operacionais. Covarrubias [13] argumentou que a compreensão do *Nexus WEF* requer atenção aos fluxos socio-materiais, isto é, às infraestruturas, práticas, rotinas, atores e mecanismos de governança que conectam água, energia e alimento. Essa perspectiva é relevante para contextos organizacionais, pois a interdependência entre os recursos não ocorre apenas em escala global ou regional, mas também em unidades operacionais onde decisões de rotina condicionam o desempenho do sistema.

No campo quantitativo, Chen et al. [14] analisaram a produtividade regional do *Nexus WEF* e destacaram que a relação entre água, energia e alimento tende a formar um sistema sensível e vulnerável diante de desequilíbrios entre oferta e demanda. Em estudo complementar, Chen et al. [15] modelaram o sistema WEF por meio de otimização multiobjetivo, considerando restrições econômicas, ambientais, hídricas, energéticas e alimentares. Esses trabalhos demonstram que o *Nexus WEF* pode ser tratado como problema de avaliação e planejamento, no qual múltiplos objetivos e restrições precisam ser considerados de forma conjunta.

Apesar de seu potencial analítico, a abordagem do *Nexus WEF* ainda apresenta desafios de aplicação. Kalvani e Celico [16] observaram que os estudos sobre o *Nexus WEF* ainda carecem de estruturas padronizadas de avaliação, além de enfrentarem limitações relacionadas à disponibilidade de dados e à integração entre pesquisadores e decisores.

C. VFT

O VFT funciona como uma abordagem para orientar decisões a partir dos valores que dão sentido ao problema decisório [6]. Seu fundamento está na ideia de que uma decisão deve ser estruturada inicialmente pelo que se deseja alcançar, e não pelas alternativas já disponíveis. Assim, o VFT busca explicitar valores, convertê-los em objetivos, organizar esses objetivos em estruturas coerentes e utilizá-los para orientar a criação de alternativas, a definição de critérios e a avaliação das consequências. Em aplicação posterior, Keeney [17] reforçou que o VFT contribui para definir problemas de decisão de forma clara, estimular a geração de objetivos e apoiar a identificação de oportunidades decisórias mais adequadas aos valores dos decisores.

No VFT, a identificação dos objetivos ocorre a partir da elicitación dos valores considerados relevantes para o problema decisório. Keeney [6] recomendou que os objetivos fossem formulados por meio de uma estrutura composta por verbo e objeto, de modo a explicitar aquilo que se pretende maximizar, minimizar, reduzir, assegurar, mensurar ou aprimorar. Esses objetivos podem assumir diferentes funções no modelo: os objetivos fundamentais representam os fins da decisão; os objetivos-meio indicam caminhos que contribuem para o alcance dos objetivos fundamentais; e os objetivos de processo estão associados à forma como a decisão será conduzida [6].

A partir dessa estrutura, a abordagem pode avançar para a definição de critérios. Keeney e Gregory [18] argumentaram que os critérios são necessários para medir o grau de alcance dos objetivos e para tornar avaliáveis as consequências das alternativas. Vieira et al. [7] contribuíram para essa articulação ao propor um processo integrado de apoio à decisão baseado no VFT, no qual a definição do *frame* de decisão, a identificação dos atores, a elicitación de valores, a estruturação dos objetivos e a definição de critérios são organizadas de forma sequencial para apoiar a construção do modelo decisório.

A viabilidade dessa abordagem em contexto militar foi reforçada por [19], que aplicaram uma metodologia baseada em VFT e *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para apoio à decisão em operações militares. O estudo demonstra que o VFT pode estruturar problemas, elicitar objetivos e apoiar a posterior conversão desses objetivos em critérios de avaliação.

III. METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa foi composta pelas definições e aplicações propostas em [7] e [20] à luz do impacto do *Nexus WEF*, e o SISUB foi selecionado como o elemento central da análise, mais precisamente através do diagnóstico operacional dos Elos Executivos.

Conforme ilustrado na Fig. 1, a base inicial fundamentou-se em dados documentais e normativos extraídos da norma reguladora [1] e na literatura especializada sobre o Nexus Água-Energia-Alimento (Nexus WEF). A partir dessa base documental, a Fase 1 consistiu no enquadramento inicial da decisão e no mapeamento dos stakeholders, delimitando o escopo do diagnóstico operacional dos Elos Executivos do SISUB [7].

Na Fase 2, adotou-se o arcabouço de estruturação de problemas para a elicitação de valores por meio de uma *wish list*, convertendo preocupações, desejos e restrições institucionais em objetivos preliminares [6, 20]. A Fase 3 aplicou o teste causal de relevância WITI (Why Is This Important?), permitindo discernir e separar os objetivos-meio dos candidatos a objetivos fundamentais [6, 20].

Posteriormente, a Fase 4 executou o controle de consequências, submetendo os objetivos fundamentais candidatos a testes de aderência para garantir que refletissem capacidades diagnosticáveis e sob o controle gerencial dos Elos Executivos, expurgando interferências externas incontroláveis [7]. Na Fase 5, procedeu-se à consolidação da rede de objetivos meios-fins e à construção da hierarquia de objetivos fundamentais [6, 20]. Por fim, a Fase 6 realizou a decomposição dos objetivos fundamentais de menor nível em critérios de desempenho e atributos naturais mensuráveis, estruturando o modelo avaliativo final destinado à priorização de investimentos no SISUB [7].

IV. APLICAÇÕES E RESULTADOS

A. Enquadramento inicial e declaração da decisão

1) *Contexto do problema de decisão*: em organizações militares da FAB, o serviço de subsistência depende da integração entre recursos, processos, infraestrutura e suprimentos. No SISUB, os Elos Executivos são responsáveis pela execução desse serviço, cuja continuidade pode ser comprometida por rupturas na disponibilidade de água, energia e gêneros alimentícios. A ausência de um diagnóstico estruturado para mensurar o risco associado à ruptura desses elementos dificulta a identificação das vulnerabilidades operacionais dos Elos Executivos, bem como prejudica a capacidade de resposta do sistema como um todo, além de inviabilizar o planejamento orçamentário adequado para a continuidade do serviço.

2) *Mapeamento dos stakeholders*: com base no contexto da decisão, os *stakeholders* foram definidos segundo seus interesses e responsabilidades frente ao serviço de subsistência prestado pelos Elos Executivos do SISUB, conforme a Tabela 1. 3) *Propósito da decisão*: priorização dos Elos Executivos do SISUB para distribuição de investimentos através do diagnóstico de suas capacidades.

4) *Perspectiva da decisão*: a priorização deve atender aos objetivos e diretrizes impostos pela Secretaria de Economia,

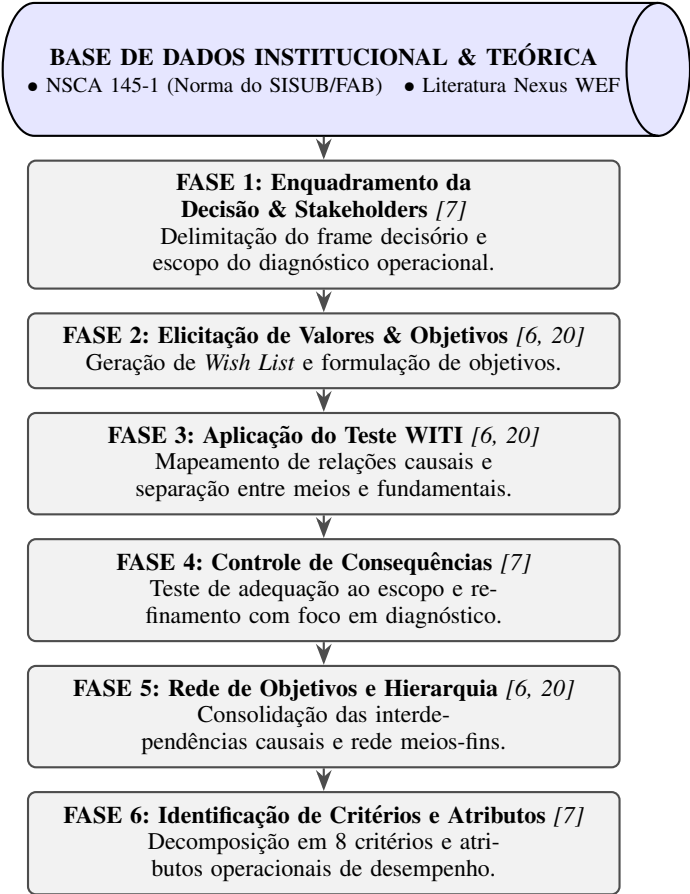


Fig. 1: Fluxograma integrado do processo metodológico.

TABELA 1. STAKEHOLDERS DO PROBLEMA DE DECISÃO

Stakeholder	Interesse no problema de decisão
FAB	Estabelecer diretrizes para a priorização de investimentos no serviço de subsistência, assegurando aderência às normas institucionais, à legislação vigente e às necessidades estratégicas do SISUB.
Órgão Central do SISUB	Coordenar, normatizar e acompanhar o funcionamento do Sistema de Subsistência, buscando padronização, eficiência e continuidade no provimento alimentar ao efetivo apoiado.
Gestores dos Elos Executivos	Manter a operação diária do serviço de subsistência, assegurando o preparo, a conservação, a higienização e a distribuição de refeições em condições adequadas.
Efetivo apoiado	Receber alimentação em condições adequadas de regularidade, qualidade e segurança, inclusive em cenários de escassez de água, energia e gêneros alimentícios.
Fornecedores e prestadores de serviços	Atender às demandas de fornecimento de gêneros, manutenção de equipamentos, apoio à infraestrutura e demais serviços necessários à continuidade operacional dos ranchos.
Concessionárias de serviços públicos	Manter a continuidade, a regularidade e a priorização técnica do fornecimento de água e energia, considerando limitações operacionais, capacidade da rede e demandas simultâneas da Organização Militar e da população atendida.
Comunidade local	Manter o acesso regular a recursos críticos compartilhados com a Organização Militar, como água, energia, alimentos e infraestrutura de apoio, especialmente em cenários de escassez ou degradação das cadeias de suprimento.

Fonte: Autores.

Administração e Finanças da Aeronáutica (SEFA), por intermédio da Diretoria de Administração (DIRAD) e legislação em vigor [1].

5) *Escopo da decisão*: todos os Elos Executivos do SISUB. A comunidade local não será levada em consideração para o processo decisório.

6) *Declaração da decisão*: decidir quais Elos Executivos do SISUB devem ser priorizados para a distribuição de investimentos, considerando as diretrizes da DIRAD/SEFA, em cenários de escassez de recursos hídricos, alimentícios e de energia.

B. Definição dos objetivos da decisão

Para a identificação dos objetivos da decisão, adotou-se o padrão *Gold Standard* [21] como técnica de modelagem qualitativa, assim como foi realizada uma *wish list*, uma vez que os valores foram extraídos de documentos institucionais e normativos relacionados ao SISUB, especialmente a NSCA 145-1, bem como o referencial teórico adotado para definir o *Nexus WEF*. Finalmente, os valores e objetivos foram alcançados mediante a associação da interdependência entre o serviço de subsistência e os elementos do *Nexus WEF*, além de serem classificados entre quatro *clusters* de operação para facilitar a discussão.

1) *Elicitação dos objetivos*: para fins de aproveitamento de espaço no artigo, os valores identificados não serão apresentados individualmente. Seguindo a lógica do VFT, esses valores foram convertidos diretamente em vinte e três objetivos de decisão.

2) *Identificando candidatos a objetivos fundamentais*: esta etapa iniciou com o estabelecimento da relação causal entre os objetivos pelo *WITI Test*. Assim, surgiu a necessidade de identificar quais objetivos seriam potencialmente fundamentais, tornando-se candidatos a esse fim. Os candidatos a objetivos fundamentais identificados foram: (i) atingir a resiliência hídrica necessária para operação em cenários de crise da cadeia de suprimento; (ii) atingir a resiliência energética necessária para operação em cenários de crise da cadeia de suprimento; (iii) garantir o nível de estoque de insumos necessários para enfrentar cenários de crise da cadeia de suprimento; e (iv) estabelecer o preparo operacional do efetivo do Elo Executivo frente aos cenários de crise das cadeias de suprimento.

3) *Controle de consequências*: após a identificação dos candidatos a objetivos fundamentais, realizou-se o controle de consequências. Essa etapa teve como finalidade refinar os objetivos inicialmente definidos, verificando sua aderência ao frame de decisão. Para isso, cada objetivo candidato foi analisado a partir de duas perguntas: (i) "o objetivo contribui para o propósito e para a perspectiva estabelecidos no enquadramento inicial da decisão?"; e (ii) "o alcance desse objetivo poderia ser influenciado por alternativas externas ao escopo definido?". Como resultado, os objetivos foram refinados para expressar capacidades diagnosticáveis dos Elos Executivos sob a ótica do *Nexus WEF*, conforme apresentado na Tabela II.

4) *Estabelecimento da rede de objetivos*: foi identificado que os objetivos meios-fins perderam o alinhamento de causa após a aplicação do controle de consequências, surgindo a necessidade de alinhá-los da mesma forma que os objetivos candidatos a fundamentais. A Fig. 2 ilustra como a rede de objetivos meios-fins se consolidou após a realização dos passos e ajustes preconizados pela metodologia utilizada.

TABELA II. CONTROLE DE CONSEQUÊNCIAS DOS CANDIDATOS A OBJETIVOS FUNDAMENTAIS

Objetivo candidato	Síntese do controle de consequências	Resultado após controle
Atingir a resiliência hídrica necessária para operação em cenários de crise da cadeia de suprimento.	Atende parcialmente ao propósito, pois se relaciona ao diagnóstico das capacidades dos Elos para priorização de investimentos. Contudo, o verbo "atingir" sugere execução. Além disso, a resiliência hídrica pode depender de fatores externos ao Elo, como concessionárias, infraestrutura geral da OM e disponibilidade regional de água.	Objetivo fundamental: mensurar a resiliência hídrica operacional dos Elos Executivos em cenários de escassez de recursos críticos.
Atingir a resiliência energética necessária para operação em cenários de crise da cadeia de suprimento.	Atende parcialmente ao propósito, pois a energia condiciona a continuidade do rancho. Contudo, o verbo "atingir" remete à implementação de solução. Além disso, a capacidade energética pode depender da rede externa, do fornecimento de combustível, de manutenção e de infraestrutura fora do controle direto do Elo.	Objetivo fundamental: medir a resiliência energética operacional dos Elos Executivos em cenários de escassez de recursos críticos
Garantir o nível de estoque de insumos necessários para enfrentar cenários de crise da cadeia de suprimento.	Atende parcialmente ao propósito, pois o estoque alimentar contribui para o diagnóstico da capacidade dos Elos. Contudo, o verbo "garantir" sugere execução. Além disso, o termo "insumos" deve ser delimitado ao componente alimentar do <i>Nexus WEF</i> .	Objetivo fundamental: avaliar a capacidade de estoque e suprimento de gêneros alimentícios críticos para a operação dos Elos Executivos em cenários de escassez de recursos críticos
Estabelecer o preparo operacional do efetivo do Elo Executivo frente aos cenários de crise das cadeias de suprimento.	Atende ao propósito e à perspectiva da decisão, pois o preparo do efetivo constitui uma capacidade diagnosticável dos Elos Executivos e influencia diretamente a priorização de investimentos. Essa dimensão permite identificar se as limitações do Elo decorrem de insuficiência de pessoal capacitado, ausência de protocolos, falta de simulações, deficiência de escalas mínimas ou baixa capacidade de resposta em cenário degradado. Contudo, o verbo "estabelecer" sugere implementação de uma condição de preparo, enquanto o frame da decisão busca diagnosticar capacidades para subsidiar a priorização de investimentos. Assim, o ajuste necessário é substituir a lógica de implementação pela lógica de diagnóstico da prontidão operacional observável no âmbito dos Elos Executivos.	Objetivo fundamental: diagnosticar a prontidão operacional do efetivo dos Elos Executivos para manter o serviço de subsistência em cenários de escassez de recursos críticos.

Fonte: Autores.

C. Construção da hierarquia de objetivos fundamentais e identificação dos critérios de avaliação

Nesta etapa, foi construída a hierarquia dos objetivos fundamentais. Cada objetivo fundamental foi decomposto para a identificação de critérios de avaliação, bem como seus atributos de medição, os quais serviram de contribuição para a transformação do objetivo em algo que poderia ser mensurado ou medido. A Fig. 3 detalha quais critérios e atributos foram identificados na presente pesquisa.

D. Discussão dos resultados

A elicitação dos oito critérios operacionais traduz as interdependências do *Nexus WEF* em dimensões avaliáveis, fornecendo ao escalão estratégico da FAB, em especial à DIRAD e à SEFA, ferramentas que auxiliam na priorização de investimentos e alocação orçamentária. Sob a ótica gerencial, os critérios hídricos (capacidade de abastecimento alternativo, segurança sanitária e autonomia hídrica) permitem aos gestores identificar Elos Executivos excessivamente dependentes de concessionárias civis, orientando aportes em cisternas e poços

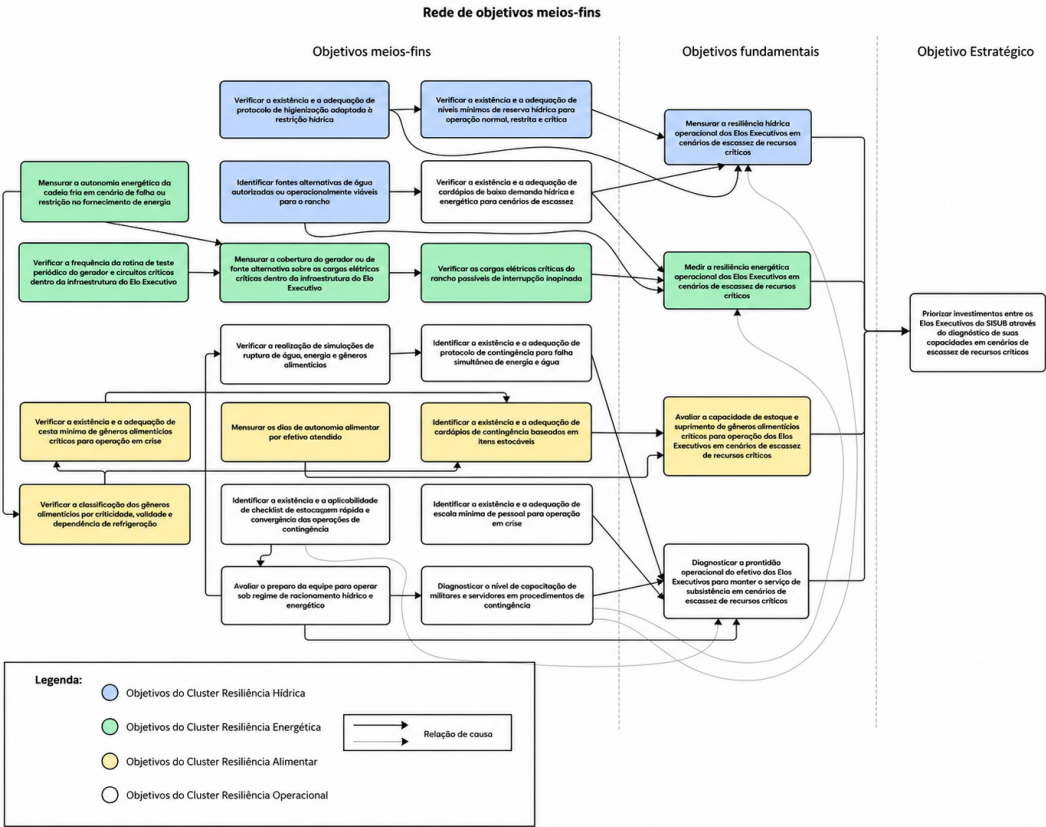


Fig. 2: Rede de objetivos

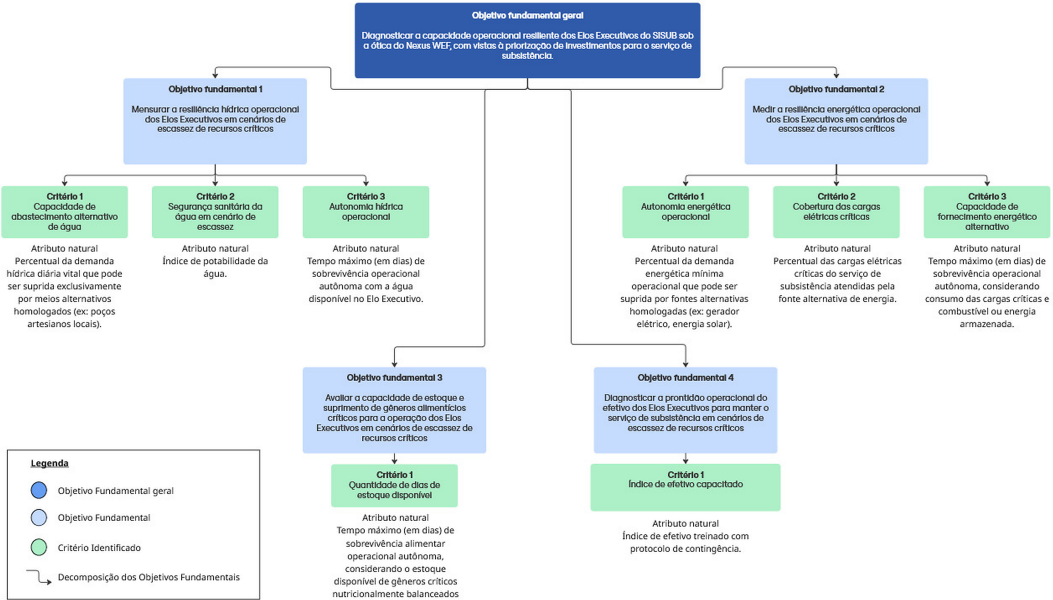


Fig. 3: Hierarquia dos objetivos fundamentais

artesanos. Paralelamente, os critérios energéticos (autonomia e cobertura de cargas críticas) e o indicador de estoque alimentar fornecem a visibilidade necessária sobre a vulnerabilidade da cadeia fria e a sustentação logística da tropa em cenários de colapso simultâneo de insumos. Por fim, o indicador de efetivo capacitado demonstra que a resiliência física dos ranchos é indissociável da prontidão doutrinária, evidenciando ao decisor que a eficácia operacional do Serviço de Subsistência

(SISUB) requer o binômio entre infraestrutura redundante e adestramento de pessoal. Dessa forma, o conjunto de critérios consolida-se como um índice diagnóstico padronizado para apoiar métodos de apoio multicritério à decisão.

V. CONCLUSÃO

Este artigo aplicou o VFT para estruturar o problema decisório associado à priorização dos Elos Executivos do

SISUB para distribuição de investimentos sob a ótica do *Nexus WEF*. A aplicação permitiu delimitar o frame de decisão, mapear os *stakeholders*, elicitar objetivos, realizar o controle de consequências e construir a hierarquia dos objetivos fundamentais.

O principal resultado do estudo, a partir da decomposição dos objetivos fundamentais, foi a elicitação de critérios de desempenho e seus respectivos atributos mensuráveis. Neste sentido, foram identificados oito critérios cuja importância foi discutida nos resultados: (i) Capacidade de abastecimento alternativo de água; (ii) Segurança sanitária da água em cenário de escassez; (iii) Autonomia hídrica operacional; (iv) Autonomia energética operacional; (v) Cobertura das cargas elétricas críticas; (vi) Capacidade de fornecimento energético alternativo; (vii) Quantidade de dias de estoque disponível; e (viii) Índice de efetivo capacitado.

Entre os óbices enfrentados, destaca-se o acesso restrito aos *stakeholders* institucionais diretamente envolvidos com a gestão e a execução do serviço de subsistência. Essa limitação impediu uma elicitação mais ampla de valores por meio de entrevistas ou oficinas com decisores, gestores e operadores de cada Elo Executivo. Por essa razão, a aplicação foi baseada em documentos normativos, no referencial teórico adotado e na interpretação operacional do problema, exigindo validação posterior junto aos atores responsáveis pelo SISUB. Outra limitação da pesquisa foi o enfoque do processo decisório exclusivo para os Elos Executivos do SISUB, enquanto que as perspectivas dos fornecedores, concessionárias de serviços públicos e comunidade local não foram exploradas.

Como continuidade da pesquisa, sugere-se validar os critérios elicitados com especialistas e *stakeholders* do sistema, raciocinando em um contexto de aplicação de metodologia multicritério. Essa nova etapa permitirá diagnosticar as capacidades dos Elos, compará-las de forma estruturada e subsidiar a priorização de investimentos em insumos, infraestrutura e processos voltados ao fortalecimento da resiliência operacional do serviço de subsistência.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil, NSCA 145-1: *Sistema de Subsistência do Comando da Aeronáutica*. Comando da Aeronáutica, 2024. Acesso em: 18/06/2026. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/TerminalWebCENDOC/acervo/detalhe/48232>.
- [2] M. Bazilian, H. Rogner, M. Howells, S. Hermann, D. Arent, D. Gielen, P. Steduto, A. Mueller, P. Komor, R. S. J. Tol, and K. K. Yumkella, "Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach," *Energy Policy*, vol. 39, no. 12, pp. 7896–7906, 2011, doi: 10.1016/j.enpol.2011.09.039.
- [3] J. Liu *et al.*, "Nexus approaches to global sustainable development," *Nature Sustainability*, vol. 1, pp. 466–476, 2018, doi: 10.1038/s41893-018-0135-8.
- [4] T. R. Albrecht, A. Crootof, and C. A. Scott, "The water-energy-food nexus: A systematic review of methods for nexus assessment," *Environmental Research Letters*, vol. 13, no. 4, Art. no. 043002, 2018, doi: 10.1088/1748-9326/aaa9c6.
- [5] M. Kurian, "The water-energy-food nexus: Trade-offs, thresholds and transdisciplinary approaches to sustainable development," *Environmental Science Policy*, vol. 68, pp. 97–106, 2017, doi: 10.1016/j.envsci.2016.11.006.
- [6] R. L. Keeney, *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision-making*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press, 1992.
- [7] G. B. Vieira, Y. L. de Souza, A. Simões, J. A. de Almeida, and M. C. N. Belderrain, "Using Value-Focused Thinking in an integrated process to support decisions," *Pesquisa Operacional*, vol. 44, Art. no. e276110, 2024, doi: 10.1590/0101-7438.2023.043.00276110.
- [8] K. V. Tedesco, L. L. Soares, and R. F. P. Machado, "Avaliação da gestão da seção de subsistência de uma organização militar quanto ao uso da dotação orçamentária específica para provimento de alimentação: o caso da Base Aérea de Florianópolis," *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, vol. 12, no. 37, pp. 9–23, 2013.
- [9] FAO, *The Water-Energy-Food Nexus: A New Approach in Support of Food Security and Sustainable Agriculture*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014.
- [10] J. Mingers and J. Rosenhead, "Problem structuring methods in action," *European Journal of Operational Research*, vol. 152, no. 3, pp. 530–554, 2004, doi: 10.1016/S0377-2217(03)00056-0.
- [11] G.-F. Sargentis, N. D. Lagaros, G. L. Cascella, and D. Koutsoyiannis, "Threats in water-energy-food-land nexus by the 2022 military and economic conflict," *Land*, vol. 11, no. 9, Art. no. 1569, 2022, doi: 10.3390/land11091569.
- [12] P. D'Odorico, K. F. Davis, L. Rosa, J. A. Carr, D. Chiarelli, J. Dell'Angelo, J. Gephart, G. K. MacDonald, D. A. Seekell, S. Suweis, and M. C. Rulli, "The global food-energy-water nexus," *Reviews of Geophysics*, vol. 56, pp. 456–531, 2018, doi: 10.1029/2017RG000591.
- [13] M. Covarrubias, "The nexus between water, energy and food in cities: Towards conceptualizing socio-material interconnections," *Sustainability Science*, vol. 14, pp. 277–287, 2019, doi: 10.1007/s11625-018-0591-0.
- [14] J. Chen, T. Ding, H. Wang, and X. Yu, "Research on total factor productivity and influential factors of the regional water-energy-food nexus: A case study on Inner Mongolia, China," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 16, no. 17, Art. no. 3051, 2019, doi: 10.3390/ijerph16173051.
- [15] J. Chen, T. Ding, M. Li, and H. Wang, "Multi-objective optimization of a regional water-energy-food system considering environmental constraints: A case study of Inner Mongolia, China," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 18, Art. no. 6834, 2020, doi: 10.3390/ijerph17186834.
- [16] S. Rezaei Kalvani and F. Celico, "Analysis of pros and cons in using the water-energy-food nexus approach to assess resource security: A review," *Sustainability*, vol. 16, no. 7, Art. no. 2605, 2024, doi: 10.3390/su16072605.
- [17] R. L. Keeney, "Applying value-focused thinking," *Military Operations Research*, vol. 13, no. 2, pp. 7–17, 2008, doi: 10.5711/morj.13.2.7.
- [18] R. L. Keeney and R. S. Gregory, "Selecting attributes to measure the achievement of objectives," *Operations Research*, vol. 53, no. 1, pp. 1–11, 2005, doi: 10.1287/opre.1040.0158.
- [19] Y. Logullo, V. Bigogno-Costa, A. C. S. da Silva, and M. C. N. Belderrain, "A prioritization approach based on VFT and AHP for group decision making: A case study in the military operations," *Production*, vol. 32, Art. no. e20210059, 2022, doi: 10.1590/0103-6513.20210059.
- [20] R. V. Françoze and M. C. N. Belderrain, "A problem structuring method framework for value-focused thinking," *EURO Journal on Decision Processes*, vol. 10, Art. no. 100014, 2022, doi: 10.1016/j.ejdp.2022.100014.
- [21] R. C. Burk and G. S. Parnell, "Portfolio decision analysis: Lessons from military applications," in *Portfolio Decision Analysis: Improved Methods for Resource Allocation*, A. Salo, J. Keisler, and A. Morton, Eds. New York, NY, USA: Springer, 2011, ch. 14, pp. 333–357, doi: 10.1007/978-1-4419-9943-6_14.