LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional
Juiz de Fora, MG - 8 a 11 de novembro de 2022

A PROBLEMÁTICA DAS QUEIMADAS NA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA SOB A LUZ DE UMA ABORDAGEM MULTIMETODOLÓGICA DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS

Guilherme M B Moreira
Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais – Doutorando no Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias, São José dos Campos - SP, 12228-900
moreira@ita.br

Mateus Schmitz Venturini
Centro Espacial ITA – Mestrando no Curso de Ciências e Tecnologias Espaciais do Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias, São José dos Campos - SP, 12228-900
mateusventurini97@gmail.com

Christopher Cerqueira
Departamento de Sistemas Aeroespaciais do Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias, São José dos Campos - SP, 12228-900
chris@ita.br

Willer Santos
Departamento de Sistemas Aeroespaciais do Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias, São José dos Campos - SP, 12228-900
willer@ita.br

RESUMO

A floresta amazônica é a maior floresta tropical do mundo e casa da maior biodiversidade do planeta. Sua conservação é questão de enorme importância para toda a humanidade. As queimadas florestais, naturais ou causadas por agentes humanos, são a maior ameaça desse ecossistema. Isso levanta a seguinte questão: como encontrar alternativas eficazes na redução de queimadas florestais na Amazônia brasileira? Este trabalho aborda essa problemática aplicando uma combinação multimetodológica de dois *Problem Structuring Methods* (PSMs): o *Value-Focused Thinking* e o *Soft System Methodology*. Para tal, foram entrevistados representantes de vários *stakeholders*, identificando seus valores e objetivos, a fim de nortear a pesquisa de estratégias governamentais que sejam sistemicamente desejáveis e culturalmente viáveis, considerando uma visão holística do problema em pauta. Posteriormente, foram identificadas transformações que possam contribuir para mudanças relevantes nessa situação problemática, bem como a modelagem de um super-sistema, baseado nos *Human Activity Systems* (HAS) de cada transformação.

PALAVRAS CHAVE. Queimadas, Amazônia, PSM.

PO na Conservação do Meio-ambiente; PO na Administração Pública e Educação

ABSTRACT

The amazon forest is the world's biggest rainforest in the world and home to the greatest biodiversity on the planet. Its conservation is a matter of enormous importance for all humankind.

Forest fires, whether natural or caused by human agents, are the greatest threat to this ecosystem. This raises the following question: How to find effective alternatives to reduce forest fires in the Brazilian Amazon? This work addresses this issue by applying a multimethodological combination of two Problem Structuring Methods (PSMs): Value-Focused Thinking and Soft System Methodology. For this purpose, representatives of various stakeholders were interviewed, seeking the identification of their values and objectives, in order to guide the search of governmental strategies which are systemically desirable and culturally feasible, considering a holistic view of the problem. Following this, some transformations were identified to contribute in relevant changes on this problematic situation, and a Super-System was modelled according to Human Activities Systems (HAS) of each transformation.

KEYWORDS. Forest Fires. Amazon. PSM.

OR in Environmental Conservation; OR in Public Administration and Education

1. Introdução

Cerca de 15% da biodiversidade do planeta está na Amazônia. São aproximadamente 60 mil espécies de plantas e animais vertebrados e mais de 600 tipos diferentes de habitats terrestres e de água doce [Folha de São Paulo 2020]. As florestas tropicais são importantes porque, além de estocar carbono, são responsáveis por: regular o clima; acolher grande parte da biodiversidade do planeta; evitar a proliferação de doenças; servir de biblioteca de medicamentos naturais; e desenvolver atividades econômicas de baixo impacto, servindo de subsistência à população local [Greenpeace 2020].

Além disso, pesquisas apontam que o próprio agronegócio (muitas vezes responsável pelo desmatamento predatório da região) também sofre com a alteração da região. Essas perdas se dão pelo fato da redução significativa de chuva na região das lavouras. Então também é de interesse dos produtores que sua produção continue lucrando [Leite-Filho et al., 2021].

O Brasil perdeu 59.8 milhões de hectares de cobertura arbórea entre 2001 e 2020. Isso significa uma redução de 12% da área florestal desde 2000 [Global Forest Watch 2020]. É no Brasil que reside a maior parte da Floresta Amazônica, aproximadamente 60%, cuja biodiversidade é a maior encontrada entre as florestas tropicais de todo o mundo. O Governo Federal, evidentemente, é o maior responsável pela preservação de tal riqueza.

Logo, é do interesse do Governo Federal o combate às queimadas nacionais através de um mecanismo sistêmico, capaz de identificá-las com a maior antecipação e precisão possíveis, de forma a prover informações confiáveis a respeito de focos de queimadas aos órgãos competentes ao combate dos mesmos, e.g. Corpos de Bombeiros, Defesas Civis etc.

Dados do [INPE 2022] indicam que dois de seus satélites de monitoramento detectaram praticamente o dobro de focos ativos entre os anos de 2019 e 2020, com pequena redução (da ordem de 10%) entre os anos de 2020 e 2021. É importante ressaltar que todas estas perdas são cumulativas, o que só aumenta a preocupação com o tema. É estimado que mais de 450.000 km² de floresta já foram desmatados, desde os primeiros registros realizados pelo INPE de 1988 a 2022 [Leonardis, 2021].

Como apresentado a seguir, o problema pode ser caracterizado como não-estruturado pelo fato de ter múltiplos atores, múltiplas perspectivas, conflitos de interesses e intangíveis importantes, conforme será explorado no terceiro capítulo do presente trabalho.

2. Fundamentação Teórica

No mundo real, ou seja, este mundo social em que vivemos, repleto de conexões complexas entre pessoas, os problemas nunca podem ser precisamente definidos. Neste mundo real, a complexidade das interações sociais exige uma abordagem mais holística na resolução de

problemas [Checkland 2018]. Entre outras várias contribuições, os métodos oferecidos pela Pesquisa Operacional *Soft* (PO *Soft*) visam:

a) oferecer uma abordagem sistêmica da estruturação de problemas
b) obter informações mais relevantes aos envolvidos (*stakeholders*)
c) elencar melhores alternativas e estratégias na resolução de problemas

Ao longo de décadas de emprego, especialmente no Reino Unido, métodos do PO *Soft* conhecidos como *Problem Structuring Methods* (PSM) têm demonstrado enorme sucesso na abordagem de problemas *wicked* (complexos) [Mingers e Rosenhead 2011]. Entre os mais consagrados métodos de PO *Soft*, foram considerados neste trabalho o *Value-Focused Thinking* (VFT) [Keeney 1992] e o *Soft System Methodology* (SSM) [Checkland 1981], por apresentarem-se como as ferramentas mais apropriadas para abordar um problema tão complexo quanto ao das queimadas florestais brasileiras. Muitos são os envolvidos (governos, população indígena, população ribeirinha, organizações não governamentais, agronegócio etc.), com interesses notoriamente conflitantes e, talvez, até ocultos.

Value-Focused Thinking

Desenvolvido por [Keeney 1992], o VFT busca analisar o problema complexo em dois pontos chaves: A decisão do que se busca no problema; e a avaliação de como atingir esse objetivo. Como dito por Keeney: "Valores são tudo aquilo que nos importamos". De maneira mais clara, valores podem variar desde princípios éticos à preferências pessoais de usuários [Keeney 1996]. É importante ressaltar que o VFT não necessariamente expressará a solução para o problema estruturado. Sua grande virtude é elencar prioridades e visões alternativas de maneira a guiar o processo decisório [Morais et al. 2012].

De maneira aplicada à PSM, o VFT pode ser utilizado seguindo a seguinte ordem de ações [Keeney, 1992]:

a) definir os valores - aqui são criados, avaliados e comparados as alternativas, critérios e oportunidades de decisão para guiar o pensamento estratégico e a coleta de informações;

b) identificar os objetivos - este passo é realizado em entrevistas diretas com os tomadores de decisão e *stakeholders*, criando-se uma lista de objetivos (ainda sem prioridades);

c) elaborar a hierarquização dos objetivos – tendo a lista de objetivos, elencam-se prioridades entre os mesmos a partir da pergunta "Por que esse objetivo é importante no contexto de tomada de decisão?". Os objetivos, então, são separados em amplos (Objetivos Estratégicos), essenciais (Objetivos Fundamentais), e atrelados às suas implicações (Objetivos Meios);

d) construir a rede de objetivos - com os objetivos hierarquizados, é necessário identificar a influência dos objetivos entre si, para isso realiza-se a estruturação da rede de objetivos; e

e) planejar as ações a serem realizadas - por fim, analisam-se os resultados obtidos dos passos anteriores para definir alternativas de ações de decisão a serem tomadas em prol de atingir os objetivos elencados.

Soft System Methodology

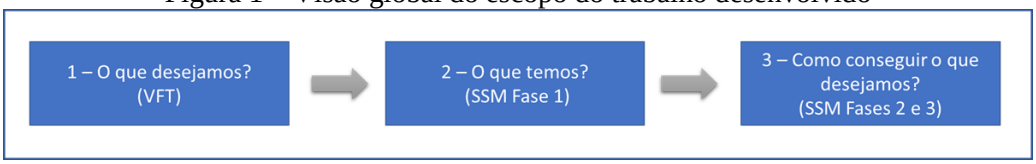
O SSM é um processo de, em geral, 7 etapas, focado no pensamento sistêmico, que visa tratar de situações humanas onde as pessoas procuram tomar ações que lhes fazem sentido, de acordo com um propósito declarado [Checkland 1981]. As sete etapas, ou estágios, do SSM, são:

a) explorar a situação problemática;
b) expressar a situação problemática;
c) construir definições sucintas de sistemas relevantes;
d) elaborar modelos conceituais;
e) comparar os modelos conceituais (d) com a expressão da situação problemática (b);
f) listar mudanças sistemicamente desejáveis e culturalmente viáveis;
g) sugerir ações para a transformação da situação problemática;

Todavia, o método pode incluir customizações de extrema usabilidade. De acordo com [Georgiou 2015], os sete passos do SSM podem ser divididos em três fases. A primeira procura

registrar e compreender a situação problema. No caso do presente estudo, essa fase foi facilitada com os resultados obtidos a partir da aplicação do método VFT. Dessa forma, pode-se considerar que o VFT serviu de entrada para o SSM. A segunda fase foca na identificação de mudanças necessárias para a resolução do problema. Por fim, a terceira etapa visa modelar e ponderar maneiras de operacionalizar as transformações necessárias. A Figura 1 apresenta as fases utilizadas no projeto, conforme adaptado de [Françozo et al. 2021].

Figura 1 – Visão global do escopo do trabalho desenvolvido



Técnicas, como o mnemônico CATWOE [Georgiou 2015], auxiliam na escrita das definições raízes para as transformações que um sistema precisa passar para atingir algum grau de satisfação dos *stakeholders* da situação problema. CATWOE busca levantar os *Customers* (clientes que devem ser atendidos), *Actors* (equipe que opera o sistema), *Transformation* (transformação necessária ao sistema), *Weltanschauung* (a razão de ser do sistema), *Owners* (a quem pertence o sistema), e *Environment* (ambiente a que está submetido o sistema).

3. Detalhamento da situação problemática

Tipo de intervenção

O presente estudo propôs-se a realizar uma intervenção sistêmica, abordando crítica de fronteira e uma abordagem de pluralismo multimetodológico [Mingers e Rosenhead 2011]. Foi utilizada uma customização do emprego combinado das metodologias VFT e SSM para uma estruturação adequada do problema.

Escolha metodológica

Segundo [Lima e Molinaro 2016], "a essência de uma abordagem multimetodológica é a associação das partes das metodologias participantes, combinadas por justaposição ou por aglutinação". Como o problema selecionado possui múltiplos vieses, interesses e conflitos, uma abordagem multimetodológica se apresenta bastante oportuna [Gregory 2020]. O presente trabalho apresenta uma aplicação composta de VFT para a elucidação dos valores e objetivos dos principais *stakeholders*, cujo resultado foi utilizado como entrada para o método SSM.

Crítica de Fronteira

Os envolvidos na intervenção foram consultados para o estabelecimento da Fronteira do problema. Os *stakeholders* selecionados para esta pesquisa são representantes dos atores estabelecidos, conforme referência retirada do livro *Space Mission Engineering*: *The New SMAD* [Wertz et al. 2015]. Foram também identificados elementos marginalizados (e.g. população ribeirinha da floresta amazônica brasileira), tendo seus interesses representados por Secretarias de meio-ambiente de municípios do estado do Amazonas.

Múltiplos atores

Uma vez que o problema é classificado como complexo, é necessário analisar os múltiplos atores que influenciam o sistema. Para o problema estudado, têm-se os seguintes:

a) Serviço Florestal - Esse conjunto de atores é representado por aqueles que atuam diretamente no combate e prevenção de incêndios e suas consequências diretas. Nele podem-se citar o Corpo de Bombeiros, a Polícia Federal, órgãos executivos como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);

b) Governo - O conjunto de órgãos governamentais, bem como ministérios nacionais que atuam de maneira integrada a fim de proporcionar leis e políticas públicas que previnam os casos ilegais de queimadas, mas também em prol de mitigar os danos de incidentes naturais;

c) Instituições de Pesquisa - As instituições de pesquisa como um todo, representadas aqui pelo INPE, servem de maneira a estudar casos antigos do problema, criar uma base de dados com possíveis causas e efeitos, assim como apresentar medidas de prevenção e/ou alertas para novos incidentes; e

d) Agentes Não Governamentais - Além das estruturas governamentais como um todo, existem Organizações Não Governamentais (ONGs) como a SOS Amazônia e outros agentes que buscam auxiliar na contenção de incidentes. Em geral, esse auxílio se dá pela conscientização da população local, assim como eventos para divulgação de informações para a comunidade.

Representantes dos Stakeholders

Foram entrevistados representantes das seguintes instituições:

a) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
b) Centro de Operações Espaciais da Força Aérea Brasileira (COPE);
c) Secretarias de meio ambiente de municípios da região amazônica;
d) Corpo de Bombeiros do Estado do Pará (setor de combate às queimadas florestais);
e) Indústrias do setor espacial brasileiro; e
f) ONGs destinadas ao enfrentamento do desmatamento e queimadas.

Múltiplas Perspectivas

Outro aspecto importante de um problema complexo são as múltiplas perspectivas apresentadas pelos atores presentes. Ao longo dos anos 2019/20, o tema das queimadas florestais na Amazônia brasileira foi muito recorrente na mídia nacional e internacional. Reportagens da [Exame 2019], [Veja 2019] e [G1 2022] apresentam os pontos de vista mais recorrentes para este problema, reforçando sua classificação como *wicked problem* [Mingers 2011].

Interesses conflitantes e/ou incomensuráveis

Além das diferentes perspectivas, em problemas complexos também há a ocorrência de interesses conflitantes entre os atores envolvidos. De acordo com a Revista [Forbes 2020], o Brasil teve um aumento na importação de produtos agrícolas no primeiro semestre do ano de 2020, a despeito da pandemia mundial de COVID-19. O site [Money Times 2021] noticiou que as vendas do avião agrícola Ipanema da Embraer aumentaram 48% em 2021. Essas e outras notícias indicam que o agronegócio é um setor que resistiu às intempéries impostas pela pandemia mundial. Logo, é imprudente deixar de considerar que as queimadas legais também são efeito colateral de uma das poucas atividades que auxiliam no superávit financeiro do país.

É interessante notar que o envolvimento de representantes do agronegócio e de organizações não governamentais no presente trabalho só foi possível graças à aplicação do VFT na primeira fase do presente estudo, fazendo com que os autores compreendessem melhor a problemática e identificassem a importância do envolvimento desses *stakeholders*.

Intangíveis Importantes

Como comentado anteriormente, existem situações em que incêndios florestais são positivos, como é o caso apresentado por [Schulz 2016] para as florestas coníferas. Tais árvores necessitam de certas condições para que algumas de suas sementes possam germinar, e uma dessas condições é justamente o calor causado por tais incêndios.

Incertezas chaves

Outro ponto importante a se destacar em problemas complexos são as incertezas chaves que podem influenciar no sistema. O portal [Climatempo 2020] apontou a expectativa de que, dada a chegada do inverno de 2020, as queimadas tendem a diminuir. Entretanto, este aspecto deve ser considerado com bastante cautela, uma vez que poderia não chover tanto quanto o esperado e o volume de chuvas não seria suficiente para lidar com tal problema.

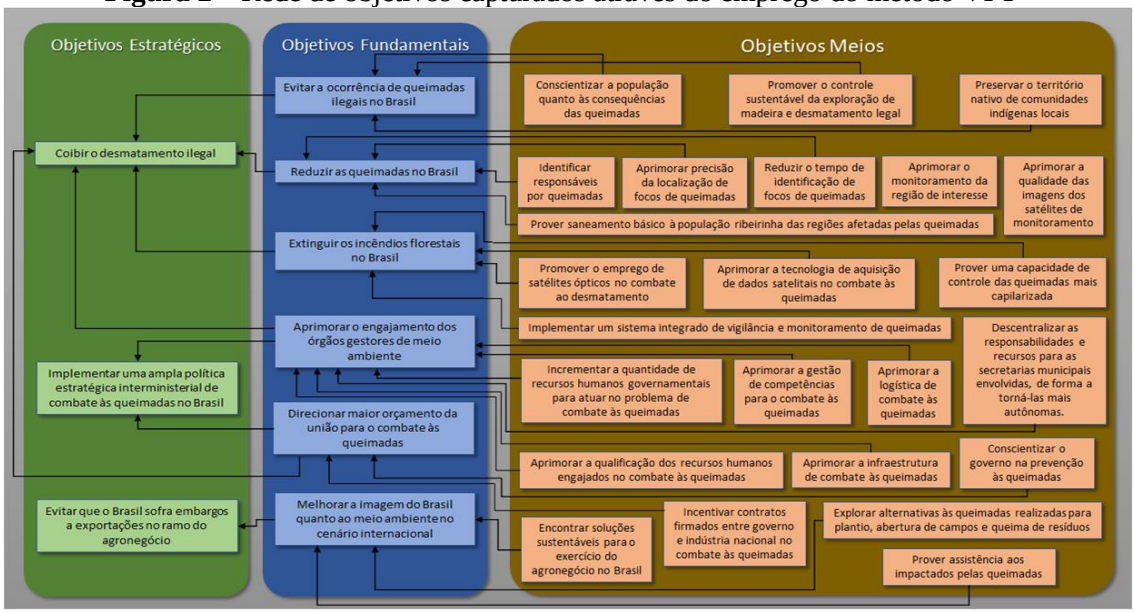
4. Aplicação do VFT

Para a aplicação do método VFT foi utilizado um formulário de pesquisas onde foi possível entrevistar *stakeholders* de diferentes meios e perspectivas únicas. Foram considerados,

inicialmente, representantes da indústria espacial brasileira, secretarias de meio ambiente, organizações de controle e operações de satélites, instituições de ciência e tecnologia envolvidas no desenvolvimento de satélites de monitoramento de queimadas e de agentes de combate a incêndios florestais. O questionário utilizado para investigar os objetivos e valores desses envolvidos pode ser acessado em "https://docs.google.com/forms/d/12Q9i3H7B3mL6nNbPJsbUwW7ie42IqV0FfXar0-eg2uo/edit?usp=sharing".

Uma vez tendo as perguntas respondidas, as respostas foram utilizadas para definir os valores e uma lista de objetivos dos *stakeholders*, os quais foram devidamente analisados de forma a compor a hierarquização dos objetivos e, após, uma rede coerente de objetivos, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Rede de objetivos capturados através do emprego do método VFT



Essa primeira fase do estudo, conduzida de acordo com o método VFT foi essencial para fornecer uma melhor consciência situacional aos autores e o entendimento de que a problemática exigia uma abordagem mais sistêmica, a fim de levantar ações eficazes para transformações oportunas. Dentre os PSMs estudados, o SSM mostrou-se o mais adequado.

5 Aplicação do SSM

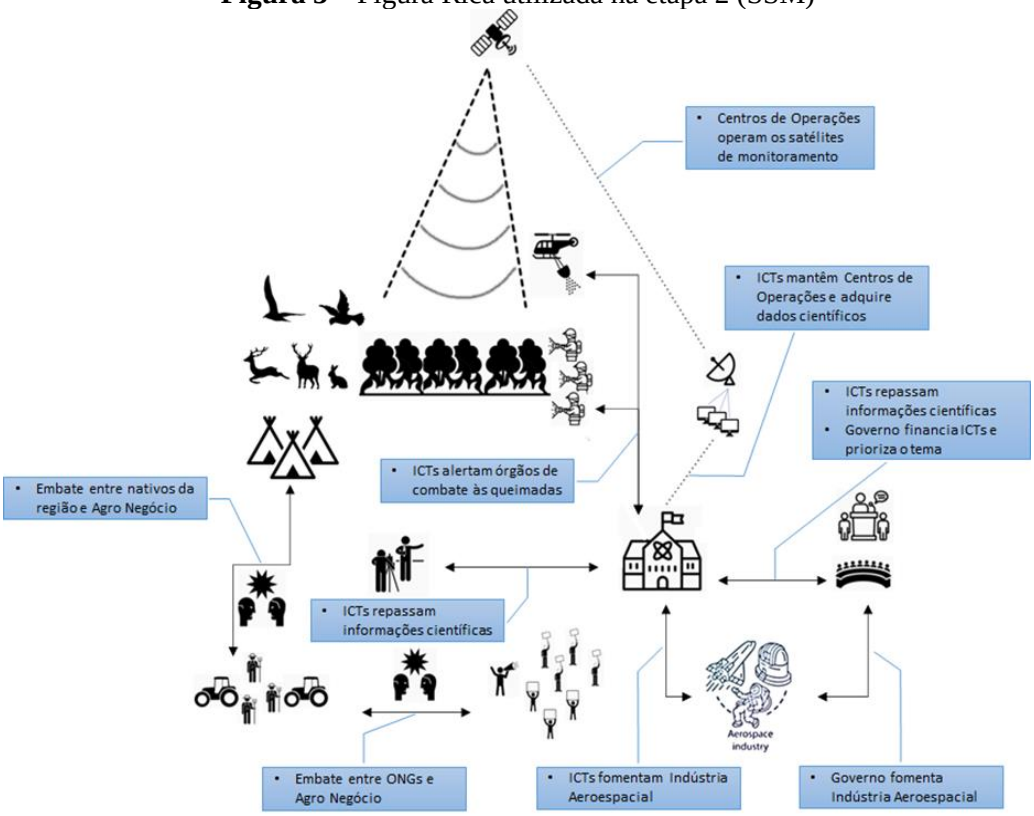
Exploração da situação problemática

A maneira indicada para explorar a situação problemática é utilizando uma figura rica, apresentada da Figura 3. A figura rica é uma descrição diagramática de forma livre sobre a situação problemática em estudo [Françozo et al. 2021]. Ela tenta sintetizar, numa linguagem visual simples, como os envolvidos se relacionam frente à situação problemática. A figura rica, por sua vez, dá início à etapa 2, previamente estabelecida na Figura 1.

Durante a elaboração da Figura Rica, dois novos *stakeholders* relevantes surgiram, Organizações Não Governamentais (ONG) – representadas pelos manifestantes – e o Setor de Agronegócio – representado pelo grupo de fazendeiros e tratores no canto inferior direito. É importante adicioná-los ao sistema, pois as ONGs são umas das principais entidades atuantes na defesa da biodiversidade florestal brasileira, e o Setor de Agronegócio tem, como necessidade, o desmatamento legal para aumentar a região de plantio.

Vale a pena destacar a relevância e contribuição do agronegócio brasileiro na balança comercial, sendo considerado um dos principais setores que podem favorecer um superávit nacional, mesmo, e especialmente, durante a pandemia de COVID-19 [Jovem Pan, 2021]. As ONGs, igualmente, possuem papel importantíssimo nessa problemática, uma vez que têm grande influência na opinião pública sobre o assunto.

Figura 3 – Figura Rica utilizada na etapa 2 (SSM)



Uma vez levantados tais assuntos emergentes a partir da exploração da situação problemática, os autores buscaram envolver representantes dessas importantes categorias para compreender melhor o tema. Como representante do setor de agronegócio nacional, foram entrevistados membros da Associação Brasileira de Produtores de Soja (APROSOJA) e da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). Já pelo lado das ONGs, foi entrevistado o Diretor Nacional da *Wildlife Conservation Society Brazil* (WCS Brazil), organização cuja matriz tem sede em Nova Iorque, EUA.

Exploração da situação problemática

A situação problemática pode ser mais bem expressa através de um exame da intervenção em si, análise das dinâmicas sociais e políticas e descrição do poder dos agentes listados, conforme análises 1, 2 e 3 [Georgiou 2015].

A presente intervenção não foi solicitada por nenhum dos *stakeholders*, mas demonstra-se extremamente oportuna, frente às recentes críticas internacionais que o Brasil vem recebendo em relação às gestões que vêm sendo realizadas na temática das queimadas da região amazônica. Uma investigação de melhores alternativas e estratégias para abordar essa problemática através de métodos PSMs se mostra como uma das principais maneiras para atingir melhores resultados num sentido geral, considerando-se todos os *stakeholders*. Como agentes físicos, podemos citar: Governos das esferas federal, estadual e municipal; Organismos de fiscalização ambiental; ONGs

ambientalistas; agentes de combate às queimadas como os Corpos de Bombeiros; Instituições de Ciência e Tecnologia (C&T); agronegócio; população ribeirinha; e povos indígenas.

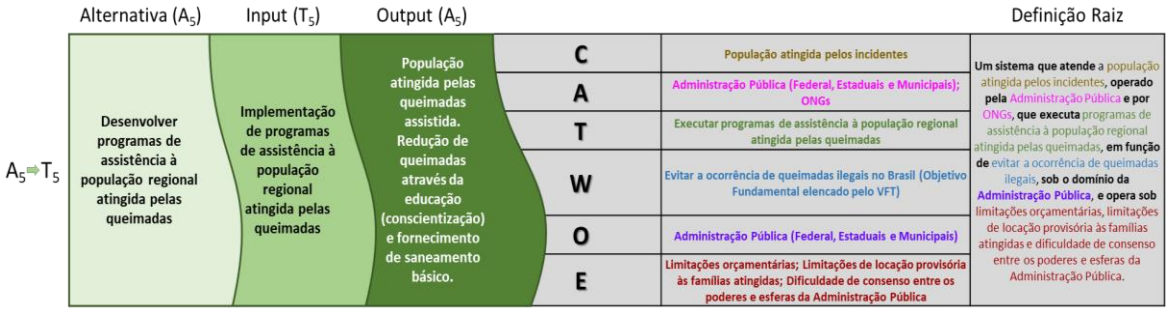
Podemos destacar os interesses conflitantes existentes entre alguns dos *stakeholders*, notadamente, entre agronegócio e ambientalistas. Também foi identificado um conflito de interesses entre os ribeirinhos da região amazônica e órgãos de fiscalização ambiental. Na entrevista realizada com secretarias de meio ambiente, foi identificado que aquela população recorre às queimadas com um meio para destruir seus dejetos. Logo, a falta de saneamento básico pode gerar focos de incêndio e desmatamento. Esse tipo de conexão causal era totalmente desconhecido pela equipe de intervenção. Não obstante, todos esses aspectos foram considerados na presente análise.

Os governos, claro, possuem todo o poder que lhes é conferido pela constituição para decidirem as prioridades e orçamentos nacionais. Todavia, o Brasil é uma república federativa que depende do apoio das maiorias nas casas legislativas, e há bastante dificuldade de se encontrar consenso no uso dos recursos da União. Enquanto as populações ribeirinhas e povos indígenas possuem acesso limitado à representação no cenário político nacional, o agronegócio possui ampla influência em todas as esferas governamentais, pois possui um grau não negligenciável de controle sobre os preços de diversos produtos nacionais. As Instituições de C&T e agentes de fiscalização e combate às queimadas possuem recursos limitados e cumprem diretrizes governamentais.

Definições sucintas de sistemas relevantes

Para a construção das definições sucintas (ou definições raízes) dos sistemas relevantes, aplicou-se o método CATWOE: *customer*, *actors*, *transformation*, *weltanschauung*, *owner* e *environment*, de acordo com [Georgiou 2015], nas alternativas elencadas pela aplicação do método VFT explorado na Seção 4. O resultado gerou seis Transformações aplicáveis, das quais é exibida na Figura 4 apenas a Transformação nº 5 (Executar programas de assistência à população regional atingida pelas queimadas), devido a sua importância (a vida dos mais impactados) e de aplicação relativamente simples e de baixo custo.

Figura 4 – CATWOE da Transformação 5



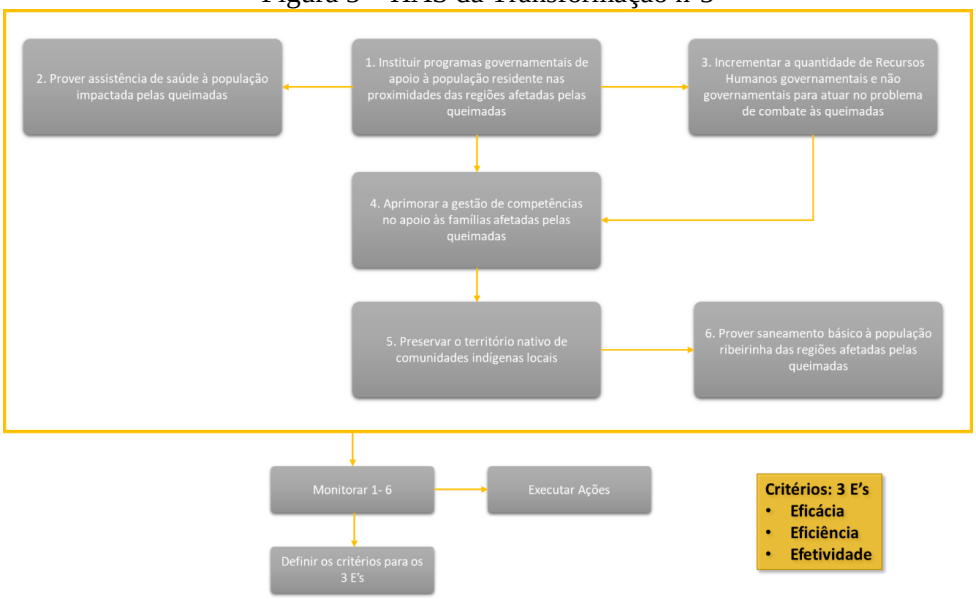
Modelo Conceituais

Seguindo o procedimento lógico para construção de modelos conceituais, foram elencadas atividades para a consecução das respectivas transformações descritas no processo de elaboração das definições sucintas.

Tais tarefas foram rearranjadas a se tornarem estruturas mais enxutas e sem redundâncias para, posteriormente, a inclusão de critérios de controle. Esses procedimentos permitem a priorização e identificação das transformações mais importantes para a situação problemática, permitindo a elaboração de seus Sistemas de Atividades Humanas, ou *Human Activity Systems* (HAS).

Para o HAS nº 5, referente à Transformação nº 5, detalhada na Figura 4, os critérios de controle adotados foram a Eficácia, a Eficiência e a Efetividade das ações adotadas no auxílio à população afetada pelos incêndios florestais. Sua estrutura é apresentada na Figura 5.

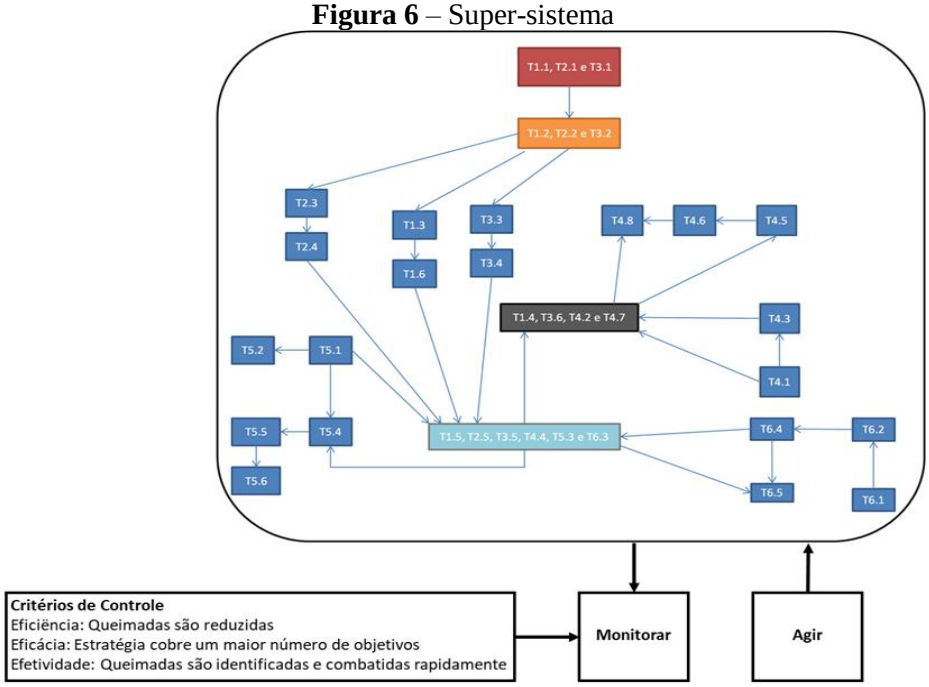
Figura 5 – HAS da Transformação nº5



Super-sistema

A partir da estruturação dos HAS para cada transformação, foi possível gerar o super-sistema, o qual consolida e relaciona todos os diagramas. O resultado encontra-se na Figura 6.

Figura 6 – Super-sistema



Frente aos critérios de controle estabelecidos, o super-sistema contempla um conjunto de atividades necessárias para o desenvolvimento de políticas capazes de prover soluções que focam em atividades de contribuição direta às transformações elencadas pela aplicação do SSM. Considerando-se o estudo realizado e técnicas adotadas, essas atividades apresentam o maior

potencial para mitigar riscos, superar obstáculos e proporcionar uma redução substancial das queimadas na floresta amazônica brasileira.

Seguir as atividades do super-sistema, na cadência apresentada, auxiliará na condução das transformações elencadas, seguindo critérios de Eficiência, Eficácia e Efetividade. Essas transformações buscam atender aos objetivos dos *stakeholders* de forma holística, encarando a problemática como um sistema que possui passos bem definidos para aprimorar seus processos.

Notadamente, há vários exemplos na literatura dedicada à preservação da Amazônia de estudos que buscaram identificar as causas para o atual preocupante panorama das queimadas florestais e suas nefastas consequências, como se pode constatar nos estudos de [Pivello 2011]; [Bierregaard et al. 2001]; [Staal et al. 2015]; e [Nolte e Agrawal 2012]. Não obstante, tais estudos foram elaborados em contextos específicos e não se pôde observar um enfrentamento holístico à problemática como o oferecido na presente pesquisa, procurando envolver todos os atores envolvidos, seus pontos de vista, valores e objetivos.

6 Conclusão

Este estudo buscou investigar de forma holística e abrangente a intrincada problemática das queimadas na floresta amazônica brasileira. Empreendeu-se uma jornada na busca de estruturar apropriadamente um complexo cenário que envolve atores com os mais diversos interesses.

Apoiaram-se os autores sobre a experiência bem sucedida no emprego de Métodos de Estruturação de Problemas nas mais diversas situações. Esse pavimentado caminho traz inúmeros casos de sucesso, o que nos deu confiança de estarmos traçando um caminho coerente e com enorme potencial de contribuição à comunidade.

A despeito da identificação inicial dos atores envolvidos, a aplicação dos métodos selecionados (VFT e SSM) proporcionou uma investigação aprofundada do tema, o que culminou no oportuno reconhecimento de outros *stakeholders*. Tais envolvidos, a despeito de terem sido identificados apenas ao longo dos desdobramentos do trabalho, contribuíram sobremaneira para os resultados do presente estudo, tornando-o mais robusto e abrangente.

A aplicação do VFT permitiu investigar melhor os valores e objetivos dos envolvidos na situação problemática, organizando-os de forma estruturada e compatível com a realidade. Esses resultados serviram de base para a aplicação do SSM, o qual ofereceu um conjunto de técnicas objetivas no levantamento de transformações sistemicamente desejáveis e culturalmente viáveis.

Ao longo do trabalho, buscou-se averiguar o que desejavam, verdadeiramente, os envolvidos na questão das queimadas na Amazônia brasileira, e como conciliar seus interesses de forma a compor um conjunto de propostas eficazes, eficientes e efetivas (critérios dos 3 E's). Essas propostas foram modeladas com o fito de identificar as causas das divergências entre o que se entende como mundo ideal e estado real das coisas.

A intervenção realizada permitiu identificar pontos relevantes que não residem na superfície da situação problemática, como o curioso fato dos ribeirinhos da região amazônica serem, na verdade, agentes causadores de focos de incêndio florestais. O senso comum pode levar a crer que essa população integra o grupo das grandes vítimas das queimadas. Em certa medida, são de fato vítimas, uma vez que a falta de saneamento básico os forçam a utilizar de queimadas para livrarem-se de seus dejetos. As ações identificadas para contornar esse problema, em específico, foram detalhadas através da aplicação da técnica CATWOE e HAS apresentados para a Transformação nº5.

A identificação de soluções de baixo custo, grande impacto sobre o problema e de baixa rejeição a todos os *stakeholders* é um dos grandes objetivos do emprego de métodos de estruturação de problemas. Este é o caso do objetivo meio "Prover saneamento básico à população ribeirinha afetada pelas queimadas", identificado na Figura 2. Uma ação simples, barata (frente a outras linhas de ação) e de baixíssima rejeição a todos os envolvidos, especialmente agronegócio brasileiro e ONGs, cujos representantes sentam-se em lados opostos no espectro do problema.

Espera-se que o proposto pelos resultados do presente trabalho possa inspirar mudanças relevantes no quadro atual das queimadas da região amazônica, a fim de lograrmos êxito na preservação da maior biodiversidade deste "pálido ponto azul", o qual chamamos de planeta Terra: o único mundo que abriga a vida como a conhecemos.

Referências

Bierregaard, R. (2001). Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest. Yale University Press. New Haven, EUA.

Checkland, P. (1981). Systems Thinking, Systems Practice. Wiley. Michigan, EUA.

Checkland, P. (2018). Reflections on forty years in the management field. *Address to the Operational Research Society Annual Conference*, OR60.

Climatempo (2020). https://www.climatempo.com.br/noticia/2020/09/28/inverno-amazonico-e-unica-esperanca-para-conter-queimadas-5929. Acessado: 2022-06-24.

Exame (2019). https://exame.com/brasil/recorde-de-queimadas-reflete-irresponsabilidade-de-bolsonaro-rebatem-ongs/. Acessado: 2022-06-24

Folha de São Paulo (2020). https://estudio.folha.uol.com.br/ amazonia-importa/2020/08/1988816-a-maior-biodiversidade-do-planeta-esta-aqui.shtml. Acessado: 2022-06-24.

Françoso, R.; Paucar-Caceres, A. e Belderrain, C. (2021). Combining Value-Focused thinking and soft system methodology: A systemic framework to structure the planning process at a special educational needs school in Brazil. *Journal of the Operational Research Society*, 73(5):994-1013.

G1 (2022). https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2022/01/11/apos-recordes-nos-ultimos-dois-anos-especialistas-preveem-avanco-maior-das-queimadas-em-2022-no-am.ghtml. Acessado: 2022-06-24.

Georgiou, I. (2015). Unravelling soft systems methodology. *International Journal of Economics and Business Research*, 9(4):415-436.

Global Forest Watch (2021). https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/BRA/. Acessado: 2022-06-24.

Greenpeace (2020). https://www.greenpeace.org/brasil/blog/o-dia -e-das-florestas-mas-o-presente-e-sempre-nosso/. Acessado: 2022-06-24.

Gregory, A. J. et al. (2020). Stakeholder identification and engagement in problem structuring interventions. *European Journal of Operational Research*, 283(1):321-340.

INPE (2022). https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acessado: 2022-06-24.

Jovem Pan (2021). https://jovempan.com.br/opiniao-jovem-pan/comentaristas/kellen-severo/exportacoes-do-agronegocio-tem-o-melhor-resultado-da-serie-historica.html. Acessado: 2022-06-24.

Keeney, R. L. (1992). Value-focused thinking: A Path to Creative Decisionmaking. Harvard University Press. Cambridge, EUA.

Keeney, R. L. (1996). Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. *European Journal of Operational Research*, 92:537-549.

Leite-Filho, A. T., Soares-Filho, B. S., Davis, J. L., Abrahão, G. M., & Börner, J. (2021). Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, *12*(1), 1-7.

Leonardis, F. M. (2021). O impacto do desmatamento da Amazônia na geração de energia elétrica no Brasil.

Lima, E. A. e Molinaro, L. F. R. (2016). Métodos soft da pesquisa operacional para estruturação de problemas em cenários complexos. In *Anais do XLVIII SBPO*, p. 3232-3243, Vitória.

Mingers, J. e Rosenhead, J. (2011). Introduction to the Special Issue: Teaching Soft O.R., Problem Structuring Methods, and Multimethodology. *INFORMS Transactions on Education*, 12:1-3.

Money Times (2021). https://www.moneytimes.com.br/vendas-do-aviao-agricola-ipanema-da-embraer-aumentam-48-em-2021/. Acessado: 2022 -06-24.

Morais, D. C; Alencar, L. H.; Costa, A. P. C. S. e Keeney, R. L. (2013). Using Value-Focused Thinking in Brazil. *Pesquisa Operacional*, 33(1):73-88.

Nolte, C. e Agrawal, A. (2012). Linking Management Effectiveness Indicators to Observed Effects of Protected Areas on Fire Occurrence in the Amazon Rainforest. *Conservation Biology*, 27(1):155-165.

Pivello, V. (2011). The Use of Fire in the Cerrado and Amazonian Rainforests of Brazil: Past and Present. *Fire Ecology*, 7:24-39.

Schulz, J. (2021). https://ed.ted.com/lessons/why-wildfires-are-necessary-jim-schulz. Acessado: 2022-06-24.

Staal, A.; Dekker, S. C.; Hirota, M. e Nes, E. H. (2015). Synergistic effects of drought and deforestation on the resilience of the south-eastern Amazon rainforest. *Ecological Complexity*, 22:65-75.

Veja (2019). https://veja.abril.com.br/brasil/policia-aponta-ongs-como-responsaveis-por-incendio-em-alter-do-chao/. Acessado: 2022-06-24.

Wertz, J. R., David, F. E. e Jeffery J. P. (2011). Space mission engineering: the new SMAD. Microcosm Press, Cleveland, EUA.