

Ciências Agrárias Multidisciplinares:

AVANÇOS E APLICAÇÕES MÚLTIPLAS

....

2



Danyelle Andrade Mota
Milson dos Santos Barbosa
Luma Mirely de Souza Brandão
Roger Goulart Mello
Organizadores



2022

Jaisa Klauss - Instituto de Ensino Superior e Formação Avançada de Vitória
Jesus Rodrigues Lemos - Universidade Federal do Delta do Parnaíba
João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Jordany Gomes da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas
Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará
Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes
Marcos Pereira dos Santos - Faculdade Eugênio Gomes
Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo
Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará
Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Rita Rodrigues de Souza - Universidade Estadual Paulista
Rodrigo Lema Del Rio Martins - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciências agrárias multidisciplinares [livro eletrônico] : avanços e aplicações múltiplas: volume 2 / Organizadoras Danyelle Andrade Mota... [et al.]. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5364-115-0

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Ciências agrárias – Brasil – Pesquisa. 3. Sustentabilidade. I. Mota, Danyelle Andrade. II. Barbosa, Milson dos Santos. III. Brandão, Luma Mirely de Souza. IV. Mello, Roger Goulart.

CDD 630.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora e-Publicar
Rio de Janeiro, Brasil
contato@editorapublicar.com.br
www.editorapublicar.com.br



2022

CAPÍTULO 10

PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EM UNIDADES DE MULTIPRODUTOS¹

Anderson Ramos de Oliveira
Glauber dos Santos

RESUMO

O uso de métodos multicritérios serve de apoio na tomada de decisão dos gestores de empresas, ao integrar aspectos matemáticos e subjetivos. O método *Analytic Hierarchy Process* [AHP] é uma opção para priorização de propostas de pesquisa, pois agrega multicritérios. Todavia, o método apresenta o inconveniente de demandar muito tempo para ser realizado devido à comparação par a par das alternativas. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar uma variação simplificada do método AHP na priorização de projetos a serem submetidos a chamadas competitivas, considerando-se uma unidade de pesquisa agropecuária de multiprodutos. O estudo foi realizado em uma unidade de multiprodutos, onde os gestores analisaram cinco propostas de diferentes áreas da pesquisa agropecuária por meio da aplicação de duas metodologias de priorização: método adaptado e método AHP. Para a aplicação do método adaptado, as propostas foram analisadas de forma individualizada, sem a comparação par a par. A relação entre os métodos foi feita com a aplicação do teste do Qui-Quadrado de Pearson. Houve hierarquização das propostas de forma semelhante nos dois métodos investigados, sendo que a proposta 4 foi considerada a mais importante, seguida, nesta ordem, pelas propostas 3, 5, 1 e 2. O teste do Qui-Quadrado de Pearson resultou em igualdade na percepção dos avaliadores nas duas metodologias. A aplicação da metodologia adaptada de projetos em unidade de pesquisa agropecuária de multiprodutos foi capaz de promover a priorização de propostas de forma precisa, tanto quanto o método AHP clássico, porém com menor tempo de execução.

PALAVRAS-CHAVE: *Analytic Hierarchy Process*; multicritérios; prioridade global; gestão de projetos.

INTRODUÇÃO

O planejamento estratégico de uma empresa ou de uma organização é de fundamental importância para que a mesma cumpra sua missão. No processo gerencial, uma das maiores dificuldades enfrentadas pela alta gestão da empresa é a capacidade de fazer escolhas que estejam alinhadas à missão, à visão e aos valores preconizados em sua concepção. De acordo com Pize (2017), uma organização deve executar os “projetos certos”, ou seja, aqueles que estejam alinhados às suas estratégias organizacionais, com o efetivo potencial de colaborar para o atingimento de seus objetivos estratégicos. Para a correta seleção de projetos, ferramentas e

¹ Monografia vencedora do Prêmio “Professor Pedro Valentim Marques” em 2021 - USP/ESALQ



métodos gerenciais devem ser adotados, principalmente, nos casos em que há multicritérios envolvidos.

O uso de métodos multicritérios serve de apoio na tomada de decisão dos gestores, posto que é uma metodologia formal e de base científica, utilizando-se de explicação matemática em aderência a outros aspectos subjetivos (ALMEIDA et al. 2019; TRIANTAPHYLLOU, 2000; VELASQUEZ e HESTER, 2013) para auxiliar na priorização de projetos. De acordo com Ziotti e Leoneti (2020), há maior comprometimento no processo de tomada de decisão em grupo (gestores), modelado por um método multicritério, pois os métodos matemáticos refletem níveis mais elevados de senso de justiça e satisfação. Todavia, em organizações muito grandes, a aplicação do método nem sempre é simples e requer maior atenção dos gestores e responsáveis pela seleção de projetos a serem executados.

Neste contexto, uma empresa que tenha um sistema de gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação consolidado e que siga rigoroso fluxograma de tramitação de projetos, desde a sua idealização até o seu encerramento pode, ainda assim, ter dificuldades na priorização de projetos. Em empresas ou unidades empresariais que desenvolvem pesquisa considerando multiprodutos, a seleção de critérios de priorização de propostas constitui-se em um desafio, dado que o atendimento à demanda de diversos setores, comumente, pode ser motivo de concorrência ou de conflito, onde cada linha de pesquisa e seu produto tende a demonstrar maior importância que as demais. Em unidades de multiprodutos não é apenas o produto que é diversificado, mas também os clientes que demandam da unidade respostas aos seus problemas, apresentando especificidades únicas. Segundo Almeida et al. (2015), há situações nas quais os problemas apresentam multiobjetivos ou multicritérios, pois há mais de um objetivo a ser tratado e, por vezes, esses objetivos podem ser conflitantes.

A adoção de métodos de priorização que levam em consideração multicritérios passa a ter maior importância nestas situações. Desta forma, a gestão de pesquisa, desenvolvimento e inovação em uma unidade de pesquisa agropecuária deve ser capaz de selecionar critérios que sejam relevantes, de grande impacto, consonantes com as diretrizes da empresa e com seus documentos orientadores, mas que, ao mesmo tempo, sejam justas e capazes de priorizar propostas de pesquisa de diferentes linhas, de forma a atender a todas as demandas oriundas dos patrocinadores (sponsors).

Dentre as alternativas de priorização de propostas, o método “Analytic Hierarchy Process” [AHP] tem se apresentado como o mais viável, visto que o mesmo agrega



multicritérios de priorização. De acordo com Saaty (1991), este método é baseado na decomposição e síntese das relações entre os critérios, até que se alcance a priorização de seus indicadores, aproximando os resultados da melhor resposta de medição única de desempenho. Trata-se de uma metodologia simples, versátil e de alta precisão com a possibilidade de confrontar em uma mesma análise aspectos quantitativos e qualitativos (FORMAN e GASS, 2001; KHAIRA e DWIVEDI, 2018; TAHERDOOST, 2017).

Rodrigues e Corso (2020) complementam que a aplicação deste método se justifica em sua capacidade de balizar, em uma mesma análise, critérios objetivos e subjetivos, classificando-os conforme a sua importância para o resultado esperado. Todavia, ainda que a metodologia seja simples, a aplicação do método pode ser limitada pela factibilidade de execução quando se considera um número muito grande de produtos, pois como a comparação é realizada par a par, a análise aprofundada de cada alternativa por um grupo de gestores, onde cada membro deve analisar todas as alternativas e compará-las par a par à luz de cada critério, torna o processo muito demorado, pouco prático e racional. O aumento do número de alternativas, aumenta sensivelmente o trabalho computacional e requer muito esforço dos tomadores de decisão para determinar todos os pares de comparação necessários (SILVA, 2004). Além disso, o processamento de informações que interagem simultaneamente pode ficar comprometido devido à capacidade cognitiva, afetando a precisão, a validade e a confiabilidade de dados, sendo este limite de, aproximadamente, sete elementos, o que dificulta a tomada de decisão (ENSSLIN et al. 2001).

Deve-se atentar que, por vezes, tem-se multicritérios, multiprodutos e multiprojetos, por isso, a aplicação da AHP de forma mais simplificada, na qual sejam utilizadas a matriz de multicritérios com pesos na análise individualizada das propostas (sem comparação par a par), poderá promover uma hierarquização que facilite a priorização de propostas mais competitivas, consonantes com a missão da empresa e que, ao mesmo tempo, reflitam a demanda dos diversos sponsors. Ainda, a redução do tempo de execução da AHP pode tornar a metodologia mais atrativa aos tomadores de decisão (LEAL, 2020).

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar uma variação simplificada do método AHP na priorização de projetos a serem submetidos a chamadas competitivas, considerando-se uma unidade de pesquisa agropecuária de multiprodutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma unidade [UD] de empresa pública de pesquisa agropecuária, localizada no município de Petrolina, PE. A UD, cujo mandato de atuação se estende por toda região semiárida, compreendendo vários estados da região Nordeste, desenvolve pesquisas voltadas para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola no Semiárido brasileiro, nas áreas de agropecuária dependente de chuva, agricultura irrigada e recursos naturais. A UD é um exemplo de caso de multiprodutos para atender a multivalentes, pois desenvolve pesquisa com diversos produtos como: melão, melancia, abóbora, sorgo, cana-de-açúcar, milho, uva, citrus, cebola, manga, mandioca, feijão-caupi, guandu, goiaba, acerola, forrageiras (capim buffel, palma forrageira, *Macroptilium* sp., maniçoba, etc.), eucalipto, algaroba, mel, recursos genéticos, umbu, pera, sistemas multifuncionais, produção de caprinos, ovinos e bovinos (leite, queijos e outros derivados, manejo alimentar, manejo reprodutivo e sanitário animal), desertificação, recuperação de áreas degradadas, sensoriamento remoto, reúso de águas, captação e armazenamento de água de chuvas, mecanização agrícola, agricultura bioessencial, prospecção de espécies nativas, micro-organismos, biotecnologia, prospecção e uso de espécies medicinais e aromáticas, biocombustíveis, dentre outros. Além disso, a UD, também, recebe demandas para o setor social (inovação social).

A pesquisa comparou duas formas de priorização de projetos:

1) Método AHP – nesta forma de priorização utilizou-se o método clássico preconizado por Saaty (1991), sendo o estudo estruturado conforme Costa (2006) e Saaty (2008), seguindo as seguintes etapas: 1) construção da hierarquia por meio da definição do problema (priorização de projetos a serem submetidos em chamada competitiva dentro da empresa) e estruturação de níveis hierárquicos (problema; critérios e alternativas); 2) definição de prioridades, por meio de comparações pareadas de acordo com os critérios analisados (Matriz Normalizada de Critérios e Matriz de Comparação dos Pares à luz de cada critério), tendo-se como princípio a habilidade do ser humano perceber as ligações entre duas opções considerando-se os critérios adotados; 3) avaliação da consistência lógica, uma vez que a inconsistência nos dados pode ser percebida, pois há valores subjetivos e; 4) Definição da Prioridade Global.

2) Método adaptado – a priorização, neste caso, seguiu inicialmente as estruturadas da AHP ao se realizar a construção da hierarquia e priorização dos critérios. No entanto, utilizou-se a Matriz Normalizada de Critérios, com seus respectivos pesos para analisar, sem comparação par a par, cada uma das alternativas (projetos), priorizando-as em função das notas obtidas.

Para a aplicação do método AHP e do método adaptado, cinco propostas da empresa foram analisadas por gestores da área de pesquisa, desenvolvimento & inovação da UD, sendo que as propostas apresentavam linhas de pesquisa bem distintas: Proposta 1: tecnologia de produção de suco de uva; Proposta 2: suplementação alimentar de ovinos e caprinos; Proposta 3: desenvolvimento de inoculante tolerante à seca; Proposta 4: tecnologia de produção de pereira e; Proposta 5: integração de tecnologias hídricas.

A definição dos critérios foi baseada em rol de julgamentos já adotados pela equipe gestora da UD a nível local, pela equipe gestora da empresa a nível nacional, por gestores de portfólios, bem como na análise de documentos orientadores da empresa, que resultaram na construção de critérios que tendem à imparcialidade, adequados e consonantes com a missão da UD (Tabela 1).

Tabela 1: Critérios de priorização de projetos.

Critério	Detalhamento
Relevância do problema ou oportunidade	A proposta deve apresentar claramente o problema que se pretende resolver ou a oportunidade visualizada. Projetos abordando muitos problemas podem caracterizar falta de foco. A justificativa para a execução da proposta deve ser baseada nas soluções (SIs) e/ou contribuições (CIs) para inovação que irão resolver o problema ou atender a oportunidade.
Alinhamento: SI ou CI ao DI	As SIs e CIs devem estar totalmente alinhadas aos desafios de inovação [DIs] priorizados na chamada.
Factibilidade de execução	Capacidade técnica e logística descrita na proposta a ser dedicada para a solução do problema, considerando-se a infraestrutura dos laboratórios, equipamentos, campos experimentais, veículos e equipe técnica de apoio disponíveis na UD e nas parcerias construídas (redes) na proposta para o desenvolvimento das SIs/CIs. Adequação de atividades aos objetivos, bem como ao orçamento e ao período de execução.
Impacto das SIs ou CIs	O impacto das SIs e CIs deve ser apresentado, sempre que possível, considerando a abordagem multidimensional (análise econômica, socioambiental, geração de empregos e, no desenvolvimento institucional), tais como: rendimento econômico; aumento de produção/productividade; agregação de valor; indicadores de aumento/manutenção de mercado e geração/manutenção de emprego/renda; aumento/redução de custos; redução da penosidade do trabalho; redução da degradação ambiental; preservação/conservação do bioma; sustentabilidade dos sistemas, redução da emissão de C, etc. Caso a cadeia não esteja organizada, o proponente deve informar os potenciais benefícios e beneficiários e ganhos gerados pela ampliação de competências da equipe em razão da possibilidade de capacitação em assunto/técnica relevante.
Resultados e Entrega de Ativos	Entrega efetiva de soluções de inovação de pronto uso pelo setor produtivo. Projetos com maior número de entrega de ativos prontos para assimilação nas cadeias de produção a que se destinam terão notas mais elevadas (destaque para ativos com technology readiness levels [TRL] igual ou superior a 7). No entanto, havendo a caracterização de um problema importante para a cadeia/tema que não apresente base de conhecimento prévio na literatura, esta informação bem como a justificativa para o estudo deve estar bem clara na proposta.

Equipe e UD se tornarem referência	Expertise da equipe, capacidade de trabalhar em rede, capacidade de celebrar parcerias com outros grupos de pesquisa abordando o mesmo tema. Parcerias com outras UD's. Estimativa de ganho para a imagem da UD na sociedade em função da solução do problema.
Redação das SIs ou CIs e Resultados	Clareza e coerência na identificação das SIs, CIs e resultados. A redação deve atender aos documentos orientadores.

Fonte: Autoria própria (2021).

Sequencialmente foi elaborada a construção da Matriz Normalizada de Critérios, compondo uma estrutura hierárquica básica. A definição de prioridades foi realizada por meio de julgamentos paritários, utilizando-se a escala numérica de Saaty, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Escala fundamental de Saaty para definição de prioridades.

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

Fonte: Saaty (1991).

Os julgamentos paritários para hierarquização dos critérios identificados na Tabela 1 foram realizados por nove membros gestores diretamente ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação da UD que foram convidados a comparar, par a par, os critérios e atribuir notas em função da importância dos mesmos para a priorização das propostas, sendo as comparações realizadas por meio do software Hierarchy Process (AHP): versão 11.10.2017 (GOPEL, 2018). Tal procedimento resultou na Matriz Normalizada de Critérios.

Na construção da matriz de julgamentos, a Razão de Consistência [RC] foi calculada conforme a seguinte equação:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (1)$$

onde: *IC* = índice de consistência; *IR* = índice de consistência randômico.

O índice de consistência [*IC*], por sua vez, é dado por:

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

onde: λ_{\max} é o maior valor da matriz de julgamentos de ordem n .

O valor de IR, Índice de Consistência Randômica, é fixo e tem como base o número de critérios que está sendo avaliado (Tabela 3).

Tabela 3: Índice de inconsistência aleatória média.

Dimensão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de inconsistência aleatória média	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Golden e Wang, 1990.

Após esta etapa, comum às duas formas de priorização, 15 membros gestores receberam as cinco propostas, os critérios e os dois métodos de priorização para a análise das propostas à luz dos critérios. Ao utilizarem o método adaptado, os gestores atribuíram notas para cada uma das propostas, de forma individualizada, sem comparação par a par. A atribuição das notas foi realizada em função de cada um dos critérios adotados e seus respectivos pesos obtidos na Matriz Normalizada de Critérios. Ao final, foi possível estabelecer a Prioridade Média, considerando-se cada um dos critérios, bem como a Prioridade Global, com a classificação das propostas. Por outro lado, ao utilizarem o método da AHP, os gestores compararam as propostas, par a par, à luz de cada um dos critérios. Na sequência, foi atribuída uma nota para esta importância, conforme a escala fundamental de Saaty (Tabela 2), obtendo-se a matriz de Prioridades Médias Locais [PML's] e a matriz de Prioridade Global [PG] com a indicação de um vetor de prioridade global, hierarquizando, desta forma, as propostas.

A normalização das matrizes de julgamento foi realizada por meio da obtenção de quadros normalizados (soma dos elementos de cada coluna das matrizes de julgamento e posterior divisão de cada elemento destas matrizes pelo somatório dos valores da respectiva coluna), sendo as PML's, as médias das linhas dos quadros normalizados e o PG, um vetor que armazena a prioridade associada a cada alternativa em relação ao foco principal (MARINS et al., 2009).

Após a hierarquização dos projetos em função dos dois métodos, os resultados foram comparados entre si por meio do teste do Qui-Quadrado (X^2) de Pearson, a fim de verificar se a percepção dos gestores, obtida nos dois métodos, apresenta relação de igualdade. Para tanto, foram utilizados os valores médios percentuais obtidos a partir das PGs das duas metodologias, ao nível de 5% de probabilidade. O X^2 é dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3)$$

onde: O_i = número de casos observados classificados na categoria i ; E_i = número de casos esperados na categoria i sob H_0 , onde k = número de categorias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CRITÉRIOS DE PRIORIDADES

Os julgamentos paritários para a construção da Matriz Normalizada de Critérios resultaram na identificação do critério de “impacto das SIs ou CIs” como o de maior importância dentre os analisados (Tabela 4). De acordo com Kumar (2004), a aplicação da escala fundamental de julgamentos paritários referentes às comparações entre os critérios, permite a verificação do vetor prioridade, sendo este identificado pelo maior valor obtido.

Tabela 4: Matriz Normalizada de Critérios.

Prioridades	Relevância	Alinhamento	Factibilidade	Impacto das SIs ou CIs	Resultados e Ativos	Equipe e UD	Redação	Vetor Prioridade	Classificação
Relevância	1,000	5,018	1,546	0,574	1,585	5,256	4,225	0,222	2
Alinhamento	0,199	1,000	0,316	0,189	0,319	0,489	0,875	0,044	7
Factibilidade	0,647	3,161	1,000	0,336	1,167	3,213	3,327	0,146	3
Impacto das SIs ou CIs	1,741	5,301	2,974	1,000	3,393	6,047	5,398	0,346	1
Resultados e Ativos	0,631	3,131	0,857	0,295	1,000	3,571	3,130	0,139	4
Equipe e UD	0,190	2,047	0,311	0,165	0,280	1,000	1,277	0,055	5
Redação	0,237	1,143	0,301	0,185	0,320	0,783	1,000	0,049	6
Razão de Consistência	0,016								

Fonte: Autoria própria, 2021.

A percepção da importância do critério de impacto das soluções de inovação ou de contribuições de inovação é um indicativo de que a equipe gerencial de projetos da UD busca, na construção de seu portfólio de projetos, garantir que sejam priorizados aqueles projetos que demonstrem efetiva solução tecnológica (adoção pela sociedade).

O segundo critério mais importante é a relevância do problema e/ou oportunidade sugerindo que os gestores percebem que a proposta deve apresentar elementos que caracterizem de forma objetiva e clara o problema ou a oportunidade da cadeia produtiva que precisa ser solucionado ou explorado. Neste critério, os gestores analisam o foco da pesquisa, aspecto essencial para a definição das soluções de inovação e/ou contribuições de inovação. Os demais

critérios, em ordem de prioridade, foram: factibilidade de execução; resultados e ativos que serão gerados, potencial da equipe e/ou UD se tornar referência no tema e, o último, a redação das SIs, CIs e resultados. Este critério, possivelmente, ocupou o último lugar de priorização devido à percepção de que a redação adequada dos itens para atender aos documentos orientadores pode ser realizada com facilidade pelo proponente, portanto, de fácil correção, ao contrário dos demais critérios que se, não atendidos, são difíceis de serem alterados.

A construção da matriz normalizada de critérios é parte fundamental para a aplicação de métodos multicritérios uma vez que, segundo Linkov e Moberg (2012), o método a ser adotado deve permitir que as preferências e o desempenho sobre diferentes alternativas de gestão sejam avaliados de uma forma clara, com base matemática rigorosa e que seja transparente para as partes interessadas (stakeholders), sendo que os pesos dos critérios (vetor prioridade) direcionem a decisão para a melhor alternativa de acordo com os dados fornecidos, pois combina as informações de preferência e pontuação para tomar a decisão. No caso da matriz normalizada de critérios, os resultados direcionam para o ranqueamento (priorização dos critérios) que podem ser compreendidos como pesos a serem adotados por ocasião da priorização de propostas.

A razão de consistência de apenas 0,016 é um excelente resultado, pois pressupõe que na análise comparativa dos critérios, os avaliadores foram capazes de estabelecer relações e atribuir valor de importância de forma coerente, considerando-se os critérios e a escala de importância com seus pesos. Segundo Costa et al. (2008), inconsistências podem ocorrer, principalmente quando existir um grande número de alternativas, mesmo se os tomadores de decisão, ao realizarem os julgamentos paritários tiverem muita experiência e conhecimento, por isso, a análise do RC das matrizes é essencial para que erros na tomada de decisão sejam minimizados. De acordo com Saaty (2003) e Taherdoost (2017), o $RC \leq 0,10$ é um indicativo de consistência dos julgamentos paritários. O RC da matriz normalizada de critérios ser igual ou menor que 10% é aceitável, desde que todas as matrizes de julgamento utilizadas pelos tomadores de decisão, para o mesmo elemento analisado, apresentem consistência aceitável (SAATY 1980; XU, 2000).

MÉTODO ADAPTADO

A análise das propostas, considerando-se apenas o Vetor de Prioridade obtido na Matriz Normalizada de Critérios (método adaptado), resultou na priorização das propostas em função dos critérios de avaliação adotados (Tabelas 5 e 6). Depreende-se da Tabela 5, que as propostas

atendem de forma particularizada aos critérios, o que permite a priorização das mesmas à luz de cada critério. Assim, a proposta 1 destacou-se em relação ao critério de Factibilidade de execução (1,15); a proposta 2 não se destacou em nenhum dos critérios e, nem mesmo, conseguiu ser relacionada em segundo lugar em nenhum dos critérios analisados. A proposta 3, por sua vez, se destacou no critério de Redação das SIs ou CIs e Resultados e foi bem avaliada em outros critérios, ficando em segundo lugar na análise de Relevância do problema ou oportunidade, Impacto das SIs ou CIs e Equipe e UD se tornarem referência. A proposta 4 foi a mais bem-sucedida, pois se destacou nos critérios de Relevância do problema ou oportunidade, Impacto das SIs ou CIs, Resultados e entrega de Ativos e Equipe e UD se tornarem referência, além de ficar em segundo lugar quando se analisou o critério de Factibilidade de execução. A proposta 5, só se posicionou em primeiro lugar em relação ao critério Alinhamento das SIs ou CIs ao DI.

Tabela 5: Prioridade Média em função do método adaptado.

Critério	Vetor Prioridade	Proposta 1		Proposta 2		Proposta 3		Proposta 4		Proposta 5	
		μ	μp								
Relevância	0,22	6,27	1,39	6,80	1,51	7,87	1,74	8,27	1,83	7,60	1,68
Alinhamento	0,04	8,33	0,37	2,87	0,13	8,27	0,37	7,13	0,32	8,80	0,39
Factibilidade	0,15	7,87	1,15	7,20	1,06	7,07	1,04	7,60	1,11	7,40	1,08
Impacto das SIs ou CIs	0,34	6,40	2,19	6,87	2,35	7,40	2,54	7,87	2,70	7,00	2,40
Resultados e Ativos	0,14	6,93	0,96	6,40	0,89	6,13	0,85	7,33	1,02	6,33	0,88
Equipe e UD	0,06	7,33	0,41	6,47	0,36	7,47	0,42	8,40	0,47	6,93	0,39
Redação	0,05	6,80	0,33	6,33	0,31	7,13	0,35	6,73	0,33	6,60	0,32

Fonte: Autoria própria, 2021.

Nota: média [μ]; média ponderada [μp]

Diante dos resultados, a proposta 4 foi a mais bem avaliada pela equipe de gestores, sendo seguida pelas propostas 3, 5, 1 e 2, respectivamente (Tabela 6). Salienta-se que a Proposta 1, apesar de ter se destacado em um critério (Factibilidade de execução) e ter alcançado o segundo lugar em outros 3 critérios, a mesma se posicionou em quarto lugar na classificação final, posto que os critérios nas quais ela se destacou se relacionavam a vetores prioridade de baixos valores.

Tabela 6: Prioridade Global em função do método adaptado.

Proposta	Nota Final	Classificação
Proposta 1	6,82	4
Proposta 2	6,61	5
Proposta 3	7,31	2
Proposta 4	7,78	1
Proposta 5	7,16	3

Fonte: Autoria própria, 2021.

A aplicação do método adaptado reduz, significativamente, o tempo de análise das propostas, pois a análise individualizada, permite que o gestor atribua notas com base apenas nos critérios. As ferramentas que auxiliam a tomada de decisão, por parte dos gestores, devem sempre buscar a maior eficiência no que diz respeito à economia de tempo. De acordo com Brandão et al. (2017), o tempo excessivo do processo decisório demandado é completamente inadequado ao atual dinamismo dos cenários econômicos que se apresentam, exigindo que as decisões sejam muito mais rápidas.

MÉTODO AHP

As Prioridades Médias Locais [PML's] foram obtidas após a comparação das propostas, par a par, em função de cada critério estabelecido (Tabela 7). Os critérios de Relevância do problema ou oportunidade, Impacto das SIs ou CIs e Redação das SIs ou CIs e Resultados foram mais bem atendidos na Proposta 3, já os Resultados e Entrega de Ativos e a Equipe ou UD se tornarem referência foram mais bem avaliados na Proposta 4. No que tange ao critério Alinhamento: SI ou CI ao DI, a Proposta 5 se destaca por apresentar SI ou CI mais alinhada com o desafio de inovação previamente definido. Ao se analisar a Factibilidade de execução, a Proposta 1, apresenta-se como a mais factível de ser realizada, seguida imediatamente pela Proposta 4. A proposta 2 não apresentou, em sua análise, nenhum critério que se destaque em relação às demais propostas.

Tabela 7: Matriz de Prioridades Médias Locais [PML's] e razão de consistência dos critérios.

	P1	P2	P3	P4	P5	PML	Razão de Consistência
Relevância do problema ou oportunidade							
P1	1,00	0,73	0,42	0,52	0,58	0,119	0,005
P2	1,38	1,00	0,61	0,73	0,61	0,159	
P3	2,40	1,63	1,00	0,92	0,99	0,248	
P4	1,92	1,36	1,09	1,00	1,10	0,242	
P5	1,72	1,63	1,01	0,91	1,00	0,232	
Alinhamento: SI ou CI ao DI							
P1	1,00	3,07	0,82	1,30	0,64	0,208	0,005
P2	0,33	1,00	0,28	0,43	0,25	0,071	
P3	1,22	3,53	1,00	1,11	0,69	0,228	
P4	0,77	2,32	0,90	1,00	0,48	0,170	
P5	1,56	3,99	1,45	2,07	1,00	0,322	
Factibilidade de execução							
P1	1,00	1,73	1,30	0,87	1,25	0,237	0,004
P2	0,58	1,00	0,79	0,71	0,98	0,157	
P3	0,77	1,27	1,00	0,77	0,94	0,183	
P4	1,15	1,41	1,31	1,00	1,06	0,232	
P5	0,80	1,02	1,06	0,94	1,00	0,190	
Impacto das SIs ou CIs							
P1	1,00	0,63	0,39	0,58	0,52	0,114	0,007
P2	1,60	1,00	0,71	0,66	0,81	0,173	
P3	2,57	1,41	1,00	0,86	1,37	0,257	
P4	1,74	1,51	1,16	1,00	1,23	0,250	
P5	1,93	1,23	0,73	0,82	1,00	0,205	
Resultados e Entrega de Ativos							
P1	1,00	1,08	1,05	0,56	1,20	0,186	0,005
P2	0,92	1,00	0,83	0,59	0,71	0,156	
P3	0,95	1,20	1,00	0,69	1,07	0,189	
P4	1,78	1,70	1,45	1,00	1,50	0,285	
P5	0,83	1,41	0,93	0,67	1,00	0,184	
Equipe e UD se tornarem referência							
P1	1,00	1,68	0,92	0,54	0,97	0,179	0,002
P2	0,59	1,00	0,62	0,38	0,65	0,116	
P3	1,09	1,60	1,00	0,48	0,99	0,181	
P4	1,86	2,64	2,08	1,00	2,11	0,346	
P5	1,03	1,54	1,01	0,47	1,00	0,177	
Redação das SIs ou CIs e Resultados							
P1	1,00	0,93	0,82	1,24	1,16	0,202	0,005
P2	1,07	1,00	0,63	0,86	0,94	0,176	
P3	1,22	1,59	1,00	1,35	1,36	0,255	
P4	0,81	1,16	0,74	1,00	1,22	0,192	
P5	0,86	1,07	0,73	0,82	1,00	0,176	

Fonte: Autoria própria, 2021.

Nota: Proposta 1 [P1]; Proposta 2 [P2]; Proposta 3 [P3]; Proposta 4 [P4]; Proposta 5 [P5]; Prioridade Média Local [PML].

O método AHP, devido a sua versatilidade, é uma técnica de tomada de decisão multicritério muito utilizada e de grande precisão, principalmente, quando as decisões envolvem muitos critérios e, em alguns casos, quando os critérios são conflitantes (KHAIRA e DWIVEDI, 2018; SANTOS et al. 2019). Segundo Fontanive et al. (2017), a simplicidade e flexibilidade das modelagens matemáticas do método AHP auxiliam na tomada de decisão na medida em que quantifica critérios intangíveis. A execução da comparação par a par da metodologia AHP para priorizar as cinco propostas, considerando muitos critérios e muitos objetivos, ainda que simples em sua concepção, demanda muito tempo, além disso, quando se tem muitos critérios e propostas, o cérebro humano pode se sobrecarregar e não conseguir realizar a comparação de forma clara. Este limite da capacidade do nosso cérebro de lidar com várias alternativas ao mesmo tempo é conhecido como sobrecarga cognitiva (RAMÍK, 2017; ALVES et al. 2017). Todavia, estudos mais recentes, analisando especificamente, a razão de consistência, têm surpreendido os estudiosos, pois a inconsistência medida por meio da RC não aumentou de forma significativa com o número crescente de alternativas. Avaliando a inconsistência de comparações, Mazurek e Perzina (2017) observaram que com apenas três alternativas de comparações par a par, os julgamentos inconsistentes alcançaram 93%. Wadjdi et al. (2018), analisando inconsistências de matrizes de comparações par a par e a importância da coleta de dados de forma a garantir a consistência, observaram que o número crescente de critérios (mais de três) resultou em taxa de consistência reduzida.

As RCs apresentadas na Tabela 7 variaram de 2% a 7%, demonstrando que os gestores foram habilidosos nas comparações das alternativas (propostas) à luz dos critérios que foram apresentados. Zhang et al. (2021) relatam que a matriz de comparação de pares é uma ferramenta eficiente para analisar as preferências relativas dos tomadores de decisão e que complexidades, como tempo exíguo, falta de conhecimento sobre os temas ou domínio inadequado sobre as diferentes alternativas, influenciam a razão de consistência e, conseqüentemente, a qualidade do vetor de prioridade. Alcançando-se adequada RC, o vetor prioridade das alternativas torna-se confiável e possibilita a priorização das alternativas, visto que havendo maior consenso, há também, maior sucesso de priorização.

A prioridade global, indicativa da priorização das propostas é apresentada na Tabela 8, onde as PMLs foram balizadas em função do Vetor Prioridade definido em Critérios de Priorização (Tabela 4). Assim, pela metodologia AHP, a Proposta 4 (tecnologia de produção de pereira) foi priorizada, sendo a primeira a ser considerada na submissão de propostas à chamada competitiva. A Proposta 4 foi seguida, nesta ordem, pela Proposta 3 (desenvolvimento de

inoculante tolerante à seca); Proposta 5 (integração de tecnologias hídricas); Proposta 1 (tecnologia de produção de suco de uva) e Proposta 2 (suplementação alimentar de ovinos e caprinos).

Tabela 8: Prioridade Global em função do método AHP.

Propostas	Relevância	Alinhamento	Factibilidade	Impacto das SIs ou CIs	Resultados e Ativos	Equipe e UD	Redação	Prioridade Global	Classificação
P1	0,12	0,21	0,24	0,12	0,20	0,18	0,20	0,16	4
P2	0,16	0,06	0,15	0,17	0,15	0,13	0,18	0,15	5
P3	0,26	0,23	0,20	0,27	0,19	0,20	0,25	0,24	2
P4	0,24	0,17	0,22	0,25	0,28	0,32	0,19	0,25	1
P5	0,22	0,33	0,20	0,20	0,18	0,17	0,18	0,20	3

Fonte: Autoria própria, 2021.

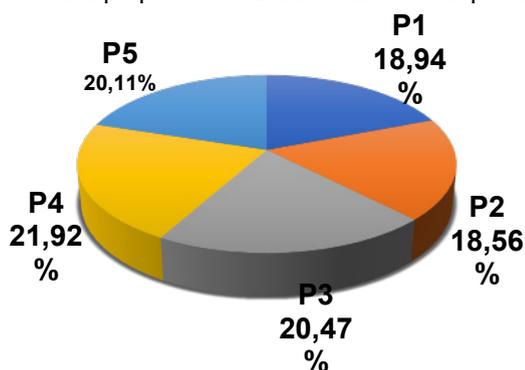
Nota: Proposta 1 [P1]; Proposta 2 [P2]; Proposta 3 [P3]; Proposta 4 [P4]; Proposta 5 [P5].

Como pontuado por Leal (2020), o método AHP tende a ser muito demorado, o que pode prejudicar a tomada de decisão dos gestores. Outras iniciativas, além do estudo Leal (2020), estão sendo estudadas a fim de tornar o método AHP mais simples, como é o caso do estudo de Abastante et al. (2019) que sugerem uma análise mais parcimoniosa, priorizando não todas as alternativas, mas priorizando-se apenas aquelas alternativas que seriam claramente mais importantes que as demais (referências). Naimer et al. (2018), aplicando a metodologia AHP na tomada de decisões em uma empresa do setor de cargas, propuseram uma estruturação do modelo hierárquico com critérios e subcritérios, seguido da comparação paritária, princípio da priorização e síntese de prioridades. Este procedimento, ao priorizar os subcritérios, gerando os critérios principais, para os quais será realizada a comparação par a par das alternativas, pode reduzir o número de comparações em fase mais avançada. Contudo, ainda assim, há dispêndio de tempo para se hierarquizar os critérios/subcritérios.

Salienta-se que no estudo, ora realizado, foram utilizadas apenas cinco propostas, no entanto, é comum ocorrer um número maior de propostas a serem analisadas e priorizadas em cada chamada da empresa o que demandaria muito tempo para análise par a par.

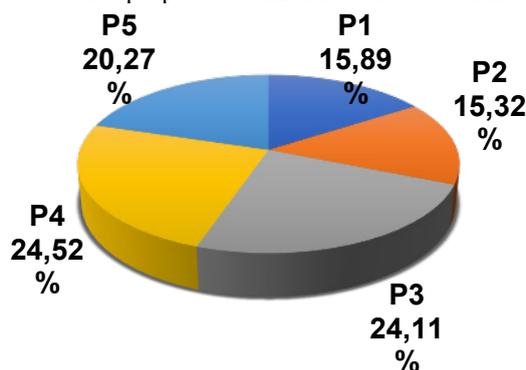
Estabelecendo-se uma relação entre os dois métodos: método adaptado e método AHP, é possível observar que a percepção dos avaliadores se apresenta de forma semelhante, pois demonstra que o método adaptado pode ser utilizado na análise das propostas (Figuras 1 e 2).

Figura 1: Representação percentual da priorização das propostas utilizando o método adaptado



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 2: Representação percentual da priorização das propostas utilizando o método AHP



Fonte: Autoria própria, 2021.

A aplicação do Teste do Qui-Quadrado de Person (Tabela 9) comprova tal observação, uma vez que o valor encontrado de X^2 (2,095) é menor que o valor percentil ($p = 9,488$) da distribuição do X^2 com 4 graus de liberdade e $\alpha = 0,05$.

Tabela 9: Médias percentuais alcançadas pelas propostas analisadas e X^2 de Pearson.

Metodologia	P1	P2	P3	P4	P5
Método adaptado (Observado)	18,9365	18,5562	20,4732	21,9196	20,1145
Método AHP (Esperado)	15,8881	15,3157	24,1056	24,5204	20,2701
X^2	2,095				

Fonte: Autoria própria, 2021.

O teste do Qui-Quadrado de Pearson permite uma abordagem para avaliar a existência ou não de associação entre variáveis qualitativas (AZEVEDO et al., 2018; FERREIRA et al., 2020). Assim, pelos resultados obtidos, é possível inferir que o uso do método adaptado em análises de propostas de pesquisa em unidades de multiprodutos permite alcançar uma priorização das propostas de forma semelhante àquela que seria obtida com o uso da metodologia AHP clássica, tendo-se a vantagem de poder ser realizada de forma mais rápida, facilitando a tomada de decisão dos gestores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de métodos multicritérios é essencial no apoio à tomada de decisão, principalmente, em condições complexas, sendo o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) uma opção para priorização, uma vez que agrega critérios objetivos e subjetivos numa mesma análise. Entretanto, em alguns casos, como na priorização de propostas em Unidades de multiprodutos, o número de alternativas é muito grande, e a comparação par a par pode demandar tempo excessivo, além de comprometer a capacidade cognitiva dos gestores. Assim, a aplicação do método adaptado de análise de projetos em unidade de pesquisa agropecuária de

multiprodutos é vantajosa, pois é capaz de promover a priorização de propostas de forma precisa, tanto quanto método AHP, porém em menor tempo de execução.

REFERÊNCIAS

ABASTANTE, F.; CORRENTE, S.; GRECO, S.; ISHIZAKA, A.; LAMI, I.M. A new parsimonious AHP methodology: assigning priorities to many objects by comparing pairwise few reference objects. **Expert Systems with Applications**, v.127, p.109-120, 2019.

ALMEIDA, A.T.; CAVALCANTE, C.A.V.; ALENCAR, M.H.; FERREIRA, R.J.P.; ALMEIDA-FILHO, A.T.; GARCEZ, T.V. Multiobjective and multicriteria problems and decision models. In: ALMEIDA, A.T.; CAVALCANTE, C.A.V.; ALENCAR, M.H.; FERREIRA, R. J. P.; ALMEIDA-FILHO, A.T.; GARCEZ, T.V. **Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis**. Cham: Springer International Publishing, v.231, p.1-22, 2015.

ALMEIDA, A.T.; MORAIS, D.C.; NURMI, H. Overview of MCDM/A Methods. In: Almeida, A.T.; Morais, D.C.; Nurmi, H. **Systems, procedures and voting rules in context**. Cham: Springer International Publishing, v.9, p.109-125, 2019.

ALVES, M.V.; MODESTO, J.G.; LIMA-ROSSETI, D.; LANINI, J.; BUENO, O.F.A. As dimensões da carga cognitiva e o esforço mental. **Revista Brasileira de Psicologia**, v.4, n.1, p.2-16, 2017.

AZEVEDO, P.R.M.; MORALES, F.E.C.; PINHO, A.L.S. **Métodos básicos de estatística**. 1ed. Natal: EDUFRN, 2018.

BRANDÃO, A.; BELISÁRIO, G.C.; TOMAZINI, I.M.; GOMES, K.Q.; GONÇALVES, W. Análise bibliométrica da literatura sobre métodos multicritério de auxílio à tomada de decisão aplicados a problemas de PCP. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v.3, n.2, p.128-140, 2017.

COSTA, H.G. **Auxílio multicritério à decisão: método AHP**. Rio de Janeiro: Abepro, 2006.

COSTA, H.G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. 1ed. Niterói: HGC, 2002.

COSTA, J.D.S.; RODRIGUES, M.D.M.; FELIPE, A.P.M. Utilização do método de análise hierárquica (AHP) para escolha de interface telefônica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. p. 1-14. Disponível em https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_074_525_10732.pdf. Acesso em: 15 jul. 2008.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S.M. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. 1ed. Florianópolis: Insular, 2001.

FERREIRA, F.V.; MACHADO, F.D.; CAPP, E.; NIENOV, O.H. 2020. Desfechos quantitativos: amostras pareadas. In: CAPP, E.; NIENOV, O.H. (Org.). **Bioestatística quantitativa aplicada**. Porto Alegre: UFRGS, p.157-176, 2020.

FONTANIVE, F.; CORSO, L.L.; ZEILMANN, R.P.; BIASIN, R.N. Aplicação do método de Análise multicriterial AHP como ferramenta de apoio a tomada de decisão. **Revista Espacios**, v.38, n.19, p.6-24, 2017.

FORMAN, E.H.; GASS, S.I. The analytic hierarchy process—an exposition. **Operations Research**, v.49, n.4, p.469-486, 2001.

GOEPEL, K.D. Implementation of an online software tool for the analytic hierarchy process (AHP-OS). **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v.10, n.3, p.469-487, 2018.

GOLDEN, B.L.; WANG, Q. An alternative measure of consistency. In: Golden, B.L.; Wasil, E.A.; Harker, P.T. (eds.) **The Analytic Hierarchy Process**, Heidelberg: Springer, p.68-81, 1989.

KHAIRA, A., DWIVEDI, R.K. A state of the art review of analytical hierarchy process. **Materials Today: Proceedings**, v.5, n.2, p.4029-4035, 2018.

KUMAR, S.S. AHP-based formal system for R&D project evaluation. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v.63, n.11, p.888-896, 2004.

LEAL, J.E. AHP-express: a simplified version of the analytical hierarchy process method. **MethodsX**, v.7, p.100748, 2020.

LINKOV, I.; MOBERG, E. **Multi-criteria decision analysis: environmental applications and case studies**. 1.ed. Boca Raton: CRC Press, 2012.

MARINS, C.S.; SOUZA, D.S.; BARROS, M.S. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 41., 2009, Porto Seguro. **Anais...** p. 1778-1788, 2009.

MAZUREK, J.; PERZINA, R. **On the inconsistency of pairwise comparisons: an experimental study**. Pardubice: Faculty of Economics and Administration. University of Pardubice. 2017 (Series D., 41/2017).

NAIMER, S.C.; SILVA, J.O.; FLORIANO, J.; TEZZA, R. Tomada de decisões gerenciais em empresas do setor de transporte de carga: utilização do método de análise hierárquica de processos (AHP) para definição de fatores de influência. **Revista Gesto**, v.4, n.2, p.90-103, 2016.

PIZE, A. **Planejamento estratégico e alinhamento estratégico de projetos: um guia prático aplicando os modelos SPCanvas e PSACanvas**. 1ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

RAMÍK, J. Ranking alternatives by pairwise comparisons matrix and priority vector. **Scientific Annals of Economics and Business**, v.64, p.85-95, 2017.

RODRIGUES, P.W.P.; CORSO, L.L. Seleção de fornecedores: um modelo de decisão baseado em AHP. **Scientia cum Industria**, v.8, n.1, p.25-32, 2020.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v.1, n.1, p.83-98, 2008.

SAATY, T. L. Decision-making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary. **European Journal of Operational Research**, v.145, n.1, p.85-91, 2003.

SAATY, T. L. Some mathematical concepts of the Analytic Hierarchy Process. **Behaviormetrika**, v.18, p.1-9, 1991.

SAATY, T.L. **The Analytic Hierarchy Process**, New York: McGraw-Hill, 1980.

SANTOS, T.A.; PEDRON, C.D. As competências do gerente de projetos de inovação: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v.7, n.1, p.159-181, 2019.

SILVA, K.O. **Viabilidade do uso da rastreabilidade eletrônica na produção de suínos**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2004.

TAHERDOOST, H. Decision making using the analytic hierarchy process (AHP): a step by step approach. **International Journal of Economics and Management Systems**, v.2, p.244-246, 2017.

TRANTAPHYLLOU, E. Multi-criteria decision making methods. In: TRIANTAPHYLLOU, E. **Multi-criteria decision making methods: a comparative study**. Boston: Springer International Publishing, p.5-21, 2000.

VELASQUEZ, M.; HESTER, P.T. An analysis of multi-criteria decision making methods. **International Journal of Operations Research**, v.10, n.2, p.56-66, 2013.

WADJDI, A.F.; SIANTURI, E.M.; RUSLINAWATY, N. Design of data collection form to ensure consistency in AHP. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY AND ELECTRICAL ENGINEERING, 10., 2018, Bali, **Anais...** Bali: IEEE, p. 529-533, 2018.

XU, Z. On consistency of the weighted geometric mean complex judgement matrix in AHP. **European Journal of Operational Research**, v. 126, n.3, p.683-687, 2000.

ZHANG, J.; KOU, G.; PENG, Y.; ZHANG, Y. Estimating priorities from relative deviations in pairwise comparison matrices. **Information Sciences**, v.552, p.310-327, 2021.

ZIOTTI, V.C.; LEONETI, A.B. Improving commitment to agreements: the role of group decision-making methods in the perception of sense of justice and satisfaction as commitment predictors. **Pesquisa Operacional**, v.40, 2020.