

HIERARQUIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS PRIORITÁRIOS PARA INVESTIMENTO NA CADEIA PRODUTIVA DA CASTANHA DE CAJU NO RIO GRANDE DO NORTE POR MEIO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO.

Mayra Moraes dos Santos¹, André Pedro Fernandes Neto²

Resumo: Este estudo tem como objetivo utilizar uma análise multicritério para hierarquizar municípios do Rio Grande do Norte quanto ao seu potencial de receber investimentos na cadeia produtiva da castanha de caju. A pesquisa surge da necessidade de embasar decisões públicas mais estratégicas e eficientes, considerando variáveis produtivas, econômicas e sociais. Como metodologia, foi empregado o FITradeoff, um método de apoio à decisão que permite comparar alternativas, adaptando-se às preferências do decisor. O modelo foi estruturado em sete critérios relevantes, definidos com base em dados do IBGE e da Embrapa. As alternativas analisadas — os dez municípios com maior produção de castanha de caju — foram avaliadas por meio do Sistema de Apoio à Decisão FITradeoff, gerando uma ordenação. Para verificar a robustez, foi realizada uma análise de sensibilidade, testando a estabilidade dos resultados frente a variações nos pesos dos critérios. Como principal contribuição, o estudo oferece uma ferramenta de priorização territorial, que pode subsidiar a formulação de políticas públicas e estratégias de desenvolvimento regional voltadas à cajucultura. Os resultados não apenas indicam os municípios mais promissores para investimentos, mas também fornecem insights sobre os fatores críticos para o fortalecimento dessa cadeia produtiva.

Palavras-chave: Castanha de caju. FITradeoff. Análise multicritério

1. INTRODUÇÃO

A produção da castanha de caju tem se destacado cada vez mais no estado do Rio Grande do Norte, desempenhando um importante papel na criação de empregos e no aumento da renda da população rural. Em 2023, a produção de castanha de caju alcançou pouco mais de 32 mil toneladas, representando aproximadamente 25% da produção nacional, que totalizou 127 mil toneladas no período (AGÊNCIA SEBRAE, 2023). No mesmo ano, o município de Serra do Mel, localizado no interior do estado, alcançou o primeiro lugar no ranking nacional de produção de castanha de caju. De acordo com Reportagem Mossoró Online (2024), a produção recorde fortalece a economia potiguar e impulsiona a valorização da agricultura local. (AGÊNCIA SEBRAE, 2023). Segundo Brainer (2022, apud Sousa, 2023), prevê-se que o mercado global de castanha de caju apresente um crescimento constante a uma taxa anual de 4,6% no intervalo de 2022 a 2027. De acordo com uma estimativa da Embrapa Agroindústria Tropical, citada pelo SEBRAE (2023), o estado (Rio Grande do Norte) tende a triplicar a produtividade até 2029, saltando de 17 mil para 50 mil toneladas anuais. O fortalecimento do setor é fundamental para garantir o crescimento da produção e atender tanto à demanda interna quanto ao mercado externo (GONZAGA, 2014).

Apesar da relevância, a produção de castanha de caju enfrenta desafios que dificultam o seu desenvolvimento. Entre os desafios do segmento, estão a revitalização de pomares e a agregação de valor aos produtos produzidos por pequenas agroindústrias. Em resposta, iniciativas de revitalização estão sendo implementadas, como a introdução de clones de cajueiro-anão adaptados ao semiárido, visando aumentar a eficiência e a produção (SEBRAE, 2023). Além disso, pode ser citada a deficiência na mecanização junto à falta de assistência técnica especializada como também um grande obstáculo do setor, uma vez que a ausência de equipamentos adequados e de suporte técnico limita a adoção de práticas modernas e reduz a eficiência produtiva, especialmente entre os pequenos produtores (CONBEA, 2016; INSUMO AGRÍCOLA, 2023).

Para direcionar investimentos de forma estratégica e alavancar o desenvolvimento sustentável do mercado da castanha de caju, é fundamental identificar os municípios prioritários que oferecem o maior potencial de retorno econômico e socioambiental. A metodologia multicritério tem se consolidado como uma ferramenta eficaz para o aprimoramento da gestão pública, oferecendo uma abordagem organizada, fundamentada e transparente no

processo de tomada de decisões. Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise multicritério para hierarquizar os municípios do Rio Grande do Norte, identificando aqueles que devem ser priorizados para investimentos na cadeia produtiva da castanha de caju. Diante disso, surge a seguinte questão de pesquisa: é possível desenvolver um modelo de análise multicritério para hierarquizar os municípios do Rio Grande do Norte mais adequados para receber investimentos na cadeia produtiva da castanha de caju? Espera-se que os resultados contribuam para a formulação de políticas públicas mais assertivas e para o fortalecimento da economia local, promovendo o desenvolvimento sustentável da região.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a base teórica que fundamenta o presente estudo, organizada em duas vertentes principais: a importância da cadeia produtiva da castanha de caju para a economia do Rio Grande do Norte e as abordagens metodológicas voltadas ao apoio à tomada de decisão, com ênfase no Método de Análise Hierárquica (AHP).

2.1 A cadeia produtiva da castanha de caju no Rio Grande do Norte

A cajucultura potiguar representa uma atividade fundamental para as regiões semiáridas do estado, envolvendo agricultores familiares, pequenas agroindústrias e agentes comerciais. Essa cadeia produtiva, apesar do seu valor social e econômico, ainda enfrenta dificuldades estruturais, como baixa produtividade, escassez de tecnologias adaptadas e deficiências logísticas. Essas limitações comprometem o escoamento da produção e reduzem a competitividade do setor no mercado nacional e internacional.

Serra do Mel é frequentemente citada como referência na produção estadual, não apenas por seu volume, mas também pelo modelo de assentamento agropecuário baseado na cajucultura. Contudo, como observam Amyot (2009) e Andrade Neto (2006), ainda é evidente a carência de integração entre os elos da cadeia. Parte significativa da castanha é beneficiada fora do estado, limitando os ganhos locais e a geração de emprego na etapa de processamento. Assim, embora a produção tenha potencial, é necessário estruturar políticas públicas que incentivem a verticalização, o cooperativismo e o acesso a mercados mais vantajosos.

Iniciativas recentes, sobretudo com o apoio da Embrapa e da EMATER-RN, têm buscado melhorar esse cenário, promovendo a adoção de cultivares mais produtivas, capacitação técnica e fortalecimento da agricultura familiar. Esse movimento de modernização, se aliado à organização territorial e à infraestrutura adequada, pode consolidar o Rio Grande do Norte como um polo de destaque na cadeia nacional do caju.

2.2 Importância socioeconômica da cajucultura no Rio Grande do Norte

Além de seu valor econômico, a cajucultura exerce um papel social estratégico no estado do Rio Grande do Norte. A atividade é uma das poucas alternativas viáveis para milhares de famílias que vivem em regiões semiáridas, oferecendo ocupação durante boa parte do ano, especialmente nos períodos de colheita e preparo da castanha. Em áreas como o Sertão de Apodi, a cultura do caju se consolida como eixo de desenvolvimento rural, mesmo diante de desafios como a instabilidade climática e o acesso restrito a tecnologias (SILVA, 2012).

Um aspecto frequentemente subestimado é a capacidade da cajucultura de gerar efeitos multiplicadores na economia local. Além dos empregos diretos na produção, surgem oportunidades em setores como transporte, comércio e agroindustrialização de derivados do pedúnculo. Quando há incentivo à verticalização, a renda gerada tende a permanecer no território, favorecendo a economia regional. A Embrapa (2023) destaca que, com a adoção de clones mais produtivos, como o BRS 226, muitos agricultores potiguares conseguiram elevar sua produtividade e reduzir os ciclos improdutivos da lavoura, consolidando um modelo mais eficiente e sustentável de exploração agrícola.

Apesar disso, ainda são necessários esforços coordenados entre poder público, instituições de pesquisa e organizações de produtores para garantir que os avanços tecnológicos se convertam em resultados socioeconômicos consistentes. Quando bem estruturada, a cajucultura pode ir além da subsistência e consolidar-se como uma atividade agroindustrial relevante e sustentável para o estado.

2.3 O Método FITradeoff

O FITradeoff (Flexible and Interactive Tradeoff) é um método de apoio à decisão multicritério que visa facilitar a modelagem de preferências dos decisores em situações complexas. Desenvolvido no Brasil, o método integra aspectos qualitativos e quantitativos, permitindo a comparação entre alternativas com base em múltiplos critérios, mesmo na presença de informações incompletas ou incertezas (ALMEIDA et al., 2016).

Seu diferencial está na flexibilidade do processo de elicitação de preferências, realizado de forma interativa e adaptada ao nível de confiança do decisor. A metodologia utiliza conceitos do processo de análise hierárquica (AHP) na estruturação do problema em níveis — como objetivo, critérios e alternativas — mas adota uma abordagem mais dinâmica na atribuição de valores e pesos, por meio de comparações parciais, o que reduz o esforço cognitivo necessário (MONTANHER; COSTA; ALMEIDA, 2021).

No contexto da hierarquização de municípios para investimento na cadeia produtiva da castanha de caju no Rio Grande do Norte, o FITradeoff se mostra especialmente adequado. Isso porque permite considerar múltiplos aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais de forma estruturada, facilitando a priorização com base nas preferências dos especialistas e tomadores de decisão. Além disso, a ferramenta possibilita análises de sensibilidade, permitindo verificar como variações nos pesos dos critérios podem impactar na classificação final dos municípios.

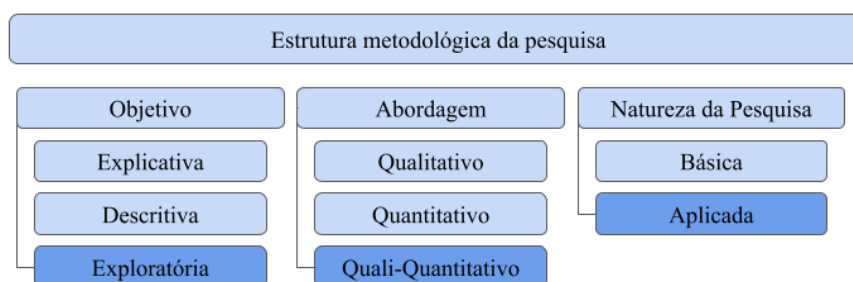
3. METODOLOGIA

Neste tópico, apresenta-se a abordagem utilizada para a realização do estudo, incluindo a classificação da pesquisa, o recorte metodológico e os procedimentos adotados para o desenvolvimento do estudo de caso.

3.1 Classificação da Pesquisa

A pesquisa pode ser analisada sob diferentes dimensões, cuja classificação está apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura metodológica da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2025)

De acordo com a natureza da pesquisa, esta se insere na categoria aplicada, pois busca empregar conhecimentos teóricos em uma situação prática, com o objetivo de solucionar problemas concretos (SILVA; MENEZES, 2005; GIL, 2008). Quanto à abordagem do problema, a pesquisa apresenta uma perspectiva quali-quantitativa, ao integrar análises descritivas e interpretativas com dados numéricos e objetivos. No que se refere aos objetivos, classifica-se como exploratória, uma vez que visa proporcionar maior familiaridade com o problema investigado e tornar explícitos elementos relevantes para estudos futuros (GIL, 2008). Para a estratégia metodológica, optou-se pela adoção do estudo de caso, por se tratar de um método apropriado para investigar fenômenos contemporâneos em seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos (LOPES et al., 2006).

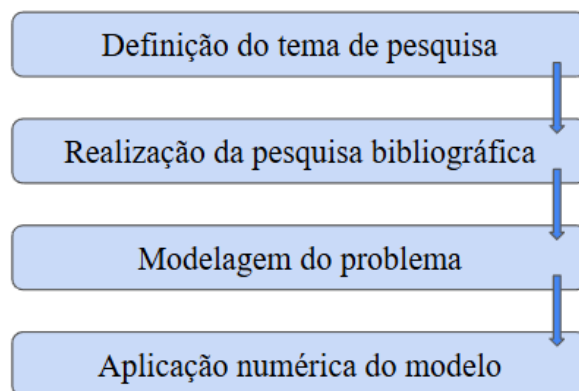
A pesquisa foi realizada no ano de 2025, abrangendo os municípios do estado do Rio Grande do Norte, com foco na análise da cadeia produtiva da castanha de caju. Os dados utilizados foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e à Armazenamento e Diagramação de Conteúdo Digital (ADCON), plataforma digital que auxilia na gestão e divulgação das informações do Governo do Rio Grande do Norte. As informações referem-se ao ano de 2023, considerando a defasagem comum em dados estatísticos oficiais. Os dados foram coletados de forma

individualizada por município e contemplam variáveis como: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), quantidade de habitantes, área destinada à colheita (hectares), área colhida (hectares), quantidade produzida (toneladas), rendimento médio da produção (quilogramas por hectare) e valor da produção (mil reais). Essas informações foram fundamentais para a estruturação da análise multicritério e para a posterior aplicação do método FITradeoff, utilizado na hierarquização dos municípios prioritários para investimento. A seção seguinte apresenta as etapas metodológicas adotadas ao longo da pesquisa.

3.2 Etapas da Pesquisa

A sequência das etapas adotadas na pesquisa está ilustrada na Figura 2

Figura 2 - Etapas da Pesquisa



Fonte: Elaboração própria, com base em material desenvolvido por Correia et al. (2023).

A condução desta pesquisa foi organizada em quatro etapas principais: definição do tema, revisão teórica, modelagem do problema e aplicação numérica do modelo. Cada uma dessas fases foi fundamental para a construção de um sistema de apoio à decisão capaz de hierarquizar os municípios do Rio Grande do Norte com base em seu potencial para receber investimentos na cadeia produtiva da castanha de caju, utilizando uma abordagem multicritério.

A primeira etapa consistiu na delimitação do objeto de estudo e na formulação do problema: como ordenar os municípios do RN de forma a identificar aqueles com maior prioridade para receber investimentos estruturantes na cadeia da castanha de caju? A escolha por esse setor se deu em razão de sua importância estratégica para a economia local, especialmente em áreas interioranas com forte vocação agrícola, mas ainda carentes de infraestrutura e políticas públicas eficazes.

Na segunda etapa, foi realizada uma revisão da literatura voltada à identificação de métodos e abordagens aplicáveis ao problema. Foram estudados modelos de apoio à decisão multicritério e estudos voltados ao planejamento territorial e ao desenvolvimento agroindustrial. O objetivo dessa etapa foi fornecer suporte conceitual para a construção do modelo, com destaque para o método FITradeoff, selecionado por permitir maior flexibilidade no processo de comparação entre alternativas e por não exigir a atribuição direta de pesos numéricos aos critérios.

A terceira etapa envolveu a modelagem do problema. Nessa fase, foram definidas as alternativas (municípios do estado do RN) e os critérios de avaliação, tais como volume de produção de castanha, área plantada, área colhida e indicadores socioeconômicos. Também foram determinados os objetivos associados a cada critério, identificando-se se tratavam de metas de maximização, minimização ou equilíbrio. A escolha dos critérios considerou tanto a relevância prática para orientar investimentos quanto a disponibilidade de dados consistentes.

Por fim, a quarta etapa correspondeu à aplicação numérica do modelo no Sistema de Apoio à Decisão FITradeoff. Após o registro dos dados correspondentes a cada município e a configuração dos critérios e objetivos no sistema, o processo de priorização foi conduzido por meio de comparações sucessivas entre pares de alternativas. O software possibilita que o decisor avalie os municípios com base em diferentes combinações de critérios, construindo progressivamente uma ordenação coerente com suas preferências. Ao final do processo, o sistema gera um ranking que hierarquiza os municípios segundo sua prioridade para investimentos, respeitando tanto aspectos técnicos quanto o julgamento subjetivo do decisor.

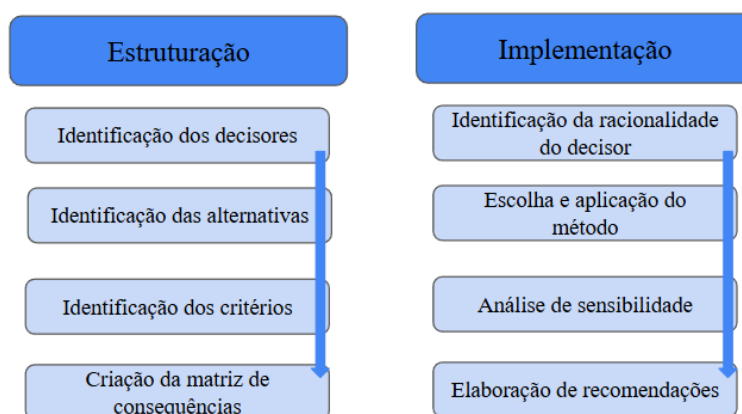
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este tópico apresenta os resultados obtidos com as pesquisas realizadas, a aplicação do modelo e as análises geradas a partir deles.

4.1 Modelo multicritério para hierarquização dos municípios prioritários para investimento na cadeia produtiva da castanha de caju no Rio Grande do Norte

O modelo pode ser visto da figura 3:

Figura 3: Modelo multicritério para hierarquização dos municípios prioritários para investimento na cadeia produtiva da castanha de caju no Rio Grande do Norte



Fonte: Elaboração própria (2025)

A construção do modelo multicritério para a hierarquização dos municípios do Rio Grande do Norte seguiu duas fases principais: Estruturação e Implementação. A primeira etapa da estruturação foi a identificação dos decisores, ou seja, encontrar um especialista envolvido com o desenvolvimento agroindustrial e territorial do estado, cujas preferências e conhecimentos foram essenciais para a construção do modelo. Em seguida, passou-se à identificação das alternativas, representadas pelos municípios potiguaros com relevância na produção de castanha de caju, conforme dados disponibilizados por instituições como o IBGE (2023) e a Embrapa (2023). Na terceira etapa, foram definidos os critérios de avaliação, abrangendo variáveis de ordem produtiva, econômica, e social, como volume de produção, área plantada, valor da produção e indicadores como o IDHM. A escolha desses critérios considerou tanto a relevância para a cadeia produtiva quanto a disponibilidade e qualidade das bases de dados. Por fim, foi elaborada a matriz de consequências, que reúne os desempenhos de cada município em relação a cada critério definido. Essa matriz permitiu consolidar o panorama comparativo necessário para a etapa seguinte do processo. A fase de implementação teve início com a identificação da racionalidade do decisor, que diz respeito à forma como os julgamentos seriam conduzidos no processo decisório. O método selecionado para a análise foi o FITradeoff, cuja flexibilidade permite lidar com preferências incompletas e julgamentos parciais, tornando o processo mais dinâmico e menos suscetível a inconsistências cognitivas (ALMEIDA et al., 2016).

Com o método definido, foram realizadas comparações sucessivas entre pares de alternativas, considerando os critérios previamente estabelecidos. O sistema FITradeoff apoiou o decisor na construção de um ranking progressivo de municípios, refletindo as prioridades identificadas a partir das preferências inseridas. Na sequência, foi conduzida uma análise de sensibilidade, com o objetivo de verificar a robustez dos resultados frente a variações nos pesos e nas preferências. Essa etapa foi fundamental para validar a estabilidade do ranking gerado. Como etapa final, procedeu-se à elaboração de recomendações, baseadas no ranking final obtido. Os municípios com melhor desempenho foram destacados como prioritários para o direcionamento de políticas públicas e investimentos estratégicos voltados ao fortalecimento da cajucultura no estado, contribuindo para a promoção do desenvolvimento sustentável da região.

4.2 Aplicação

- **Identificação do decisor**

Para a condução do modelo proposto, foi selecionado um engenheiro de produção com experiência em projetos de desenvolvimento regional e políticas públicas, especialmente voltados ao setor agroindustrial. O profissional atua há mais de sete anos na área e possui familiaridade com metodologias de apoio à decisão multicritério, o que o qualifica para representar o perfil de decisor adotado neste estudo.

- **Identificação das alternativas**

Para este estudo, foram selecionados como alternativas os dez municípios do Rio Grande do Norte com maior produção de castanha de caju, de acordo com dados da Produção Agrícola Municipal do IBGE (2023). A seleção prioriza os municípios com maior relevância produtiva, servindo como base para a aplicação do modelo multicritério.

Os municípios considerados estão apresentados na Figura 4 a seguir.

Figura 4: Municípios analisados no modelo

Municípios
Mossoró
Serra do Mel
Apodi
Cerro Corá
Severiano Melo
Tenente Laurentino Cruz
Bodó
Lagoa Nova
Areia Branca
Florânia

Fonte: Autoria própria (2025)

- **Identificação dos critérios**

Com base nas contribuições do decisor, foram definidos os critérios de maior relevância para o processo decisório. Esses critérios nortearam a estruturação da matriz de avaliação utilizada no modelo, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Critérios analisados no modelo

CRITÉRIO	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	OBJETIVO
IDHM	C1	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	Unidade	Maximização
Habitantes	C2	Quantidade de habitantes	Unidade	Maximização
Área de plantio	C3	Área destinada à colheita	Unidade	Maximização
Área colhida	C4	Área colhida	Unidade	Maximização
Produção	C5	Quantidade de castanha produzida	Unidade	Maximização
Rendimento	C6	Rendimento médio da produção (Kg/Ha)	Unidade	Maximização
Valor da Produção	C7	Valor da produção	R\$	Maximização

Fonte: Autoria própria (2025)

Foram definidos sete critérios para compor a matriz de desempenho utilizada na análise multicritério. Esses critérios foram escolhidos com base na relevância para a cadeia produtiva da castanha de caju, bem como na disponibilidade e objetividade dos dados. A seguir, apresenta-se a descrição de cada critério e seu respectivo objetivo no modelo: Produção de castanha de caju (toneladas): Refere-se ao volume total produzido por cada município em 2023. Trata-se de um critério de maximização, já que maiores volumes indicam maior relevância produtiva. Área plantada (hectares): Representa a extensão de terra dedicada ao cultivo do cajueiro. O objetivo também é de maximização, pois maiores áreas indicam maior potencial produtivo. Área colhida (hectares): Mede a efetiva colheita realizada. Critério de maximização, pois reflete a capacidade de concretizar a produção. Rendimento médio (kg/ha): Refere-se à produtividade do cultivo, obtida pela razão entre a quantidade produzida e a área colhida. Também é um critério de maximização, pois indica maior eficiência na produção. Valor da produção (mil reais): Representa o retorno econômico gerado pela cajucultura em cada município. É um critério de maximização, por evidenciar maior impacto financeiro. População total (habitantes): Indicador usado para considerar a escala do impacto social da atividade produtiva. Critério de maximização, sob a ótica de beneficiar um maior número de pessoas. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM): Avalia o nível de desenvolvimento do município, considerando renda, educação e longevidade. O objetivo é de maximização, pois maiores índices indicam melhores condições sociais para sustentar o crescimento da atividade.

• Matriz de Consequências

Com as alternativas devidamente definidas e os critérios de avaliação estabelecidos, foi possível construir a matriz de consequências, que reúne os desempenhos individuais de cada município em relação a cada critério. Essa matriz constitui a base para a análise multicritério conduzida neste estudo e está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Matriz de consequências

Alternativas	CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Preferências	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
Mossoró	0,72	278 034	33418	33418	20526	614	93181000
Serra do Mel	0,614	13 694	30000	30000	19500	650	89700000
Apodi	0,639	37 390	2500	2500	2500	1000	9061000
Cerro Corá	0,607	11 322	3000	3000	1800	600	5400000
Severiano Melo	0,604	5 623	4000	4000	900	225	3510000
Tenente Laurentino Cruz	0,623	6 118	900	900	765	850	3060000
Bodó	0,629	2 363	2000	2000	800	400	2800000
Lagoa Nova	0,585	16 126	2000	2000	640	320	2112000
Areia Branca	0,682	24.093	1365	1365	375	275	1294000
Florânia	0,642	10.196	840	840	273	325	1092000

Fonte: Autoria própria (2025), dados do IBGE (2023)

Após a definição dos desempenhos das alternativas em relação aos critérios, procede-se à identificação da racionalidade do decisor.

• Identificação da racionalidade do decisor

Para a identificação da racionalidade do decisor, foi considerada a forma como ele avalia as alternativas diante de múltiplos critérios. No caso da priorização de municípios para investimentos na cadeia produtiva da castanha de caju, verificou-se que o decisor adota uma racionalidade compensatória, ou seja, admite que um desempenho inferior em determinado critério pode ser compensado por um desempenho superior em outro.

Esse entendimento está alinhado à classificação dos métodos multicritério em compensatórios e não compensatórios. Enquanto os métodos não compensatórios exigem que todas as alternativas apresentem bom desempenho em todos os critérios (sem permitir compensações), os métodos compensatórios — como o FITradeoff — permitem que critérios com baixo desempenho sejam equilibrados por outros de maior peso ou melhor resultado. Essa característica se mostra especialmente adequada ao contexto da presente pesquisa, que

envolve municípios com perfis distintos e desigualdades naturais entre os indicadores avaliados. Estabelecida a racionalidade, prosseguiu-se com a escolha e aplicação do método.

• Escolha e aplicação do método

Com a racionalidade compensatória do decisor previamente estabelecida, definiu-se pela adoção do método FITradeoff (Flexible and Interactive Tradeoff), desenvolvido por Almeida (2016). O método se destaca por sua flexibilidade e por ser especialmente indicado para problemas complexos de tomada de decisão, ao permitir comparações parciais entre alternativas e reduzir o esforço cognitivo exigido do decisor.

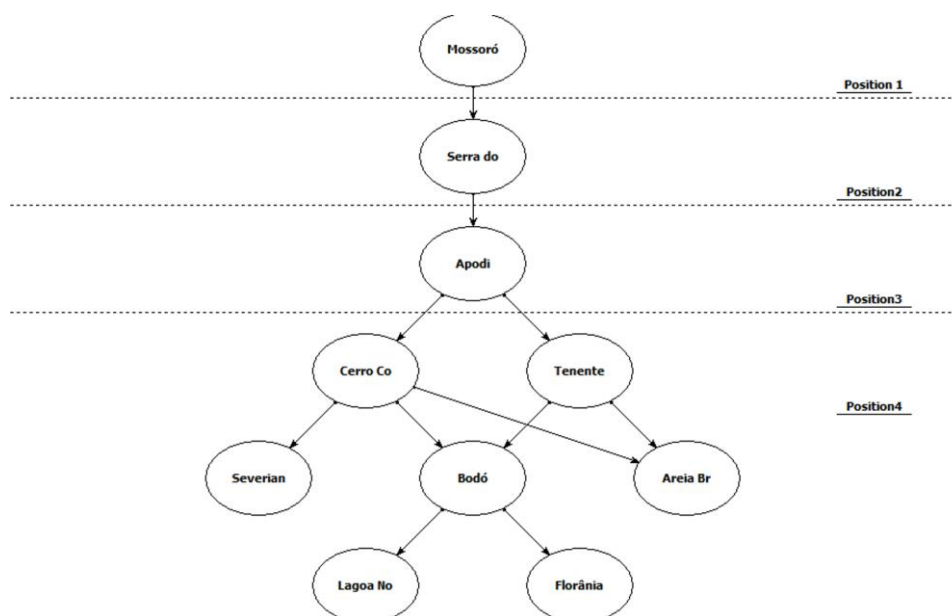
A aplicação prática do método foi realizada com o suporte do Sistema de Apoio à Decisão FITradeoff (SAD-FITradeoff). Inicialmente, foram inseridos no sistema os dados referentes às alternativas (municípios) e aos critérios definidos na matriz de desempenho. Em seguida, conduziu-se o processo de elicitación das preferências do decisor, a fim de estabelecer a hierarquia de importância entre os critérios utilizados. Com base nesse processo, os critérios foram ordenados de acordo com sua relevância percebida para a priorização dos municípios. A ordenação final das preferências do decisor foi definida da seguinte forma:

$$K_{\text{ValorProdução}} > K_{\text{Produção}} > K_{\text{Rendimento}} > K_{\text{ÁreaColhida}} > K_{\text{ÁreaPlantada}} > K_{\text{Habitantes}} > K_{\text{IDHM}}$$

Essa ordenação indica, por exemplo, que o critério mais relevante para o decisor foi o valor da produção (C7), seguido pela quantidade produzida (C5) e pelo rendimento médio (C6). Em seguida, aparecem os critérios de área colhida (C4) e área plantada (C3). Por fim, os critérios população (C2) e IDHM (C1) foram considerados com menor peso, mas ainda contribuem para o resultado final por meio da compensação entre desempenhos.

Concluída a fase de ordenação, passou-se à etapa de avaliação das alternativas. A Figura 7 apresenta os resultados obtidos com base nas respostas fornecidas pelo decisor.

Figura 6: Resultado do primeiro diagrama de Hasse



Fonte: Autoria própria (2025)

Durante a aplicação inicial do método FITradeoff, foi possível observar um direcionamento parcial entre os municípios, porém sem que se estabelecesse uma ordenação definitiva. Esse resultado decorre do fato de que, mesmo com os dados estruturados e a elicitación inicial das preferências do decisor, algumas alternativas apresentaram desempenhos muito próximos, o que gerou situações de empate ou indefinição no ranking final.

Esse cenário é comum em contextos onde os critérios utilizados apresentam valores com pouca dispersão,

dificultando a diferenciação entre as alternativas apenas com base na ordenação inicial. Dessa forma, embora o modelo já apontasse tendências de prioridade, a hierarquização ainda não era suficientemente conclusiva para sustentar a tomada de decisão com segurança.

Diante dessa limitação, optou-se pela utilização da abordagem de decomposição, uma estratégia complementar que aprofunda a análise ao permitir a inclusão de níveis intermediários de comparação. Por meio dessa abordagem, o decisor pôde refinar suas preferências ao responder novas comparações com cenários opostos entre os critérios, tornando a avaliação mais sensível às nuances entre as alternativas.

Nessa etapa, foram realizadas aproximadamente sete interações adicionais no sistema, com perguntas envolvendo critérios críticos como produção, valor da produção e rendimento médio. Ao contrário da etapa inicial, que considera apenas os extremos dos desempenhos, a decomposição viabilizou um refinamento gradual da análise, possibilitando a diferenciação entre alternativas antes empatadas ou com posições indefinidas.

Como resultado, o sistema gerou um novo Diagrama de Hasse, apresentado na Figura 7, que trouxe uma ordenação mais clara e estruturada das alternativas. A hierarquização obtida ao final da decomposição representa o resultado consolidado da análise multicritério, servindo como base confiável para a priorização de investimentos na cadeia produtiva da castanha de caju no estado do Rio Grande do Norte.

Figura 7: Resultado do segundo diagrama de Hasse



Fonte: Autoria própria (2025)

4.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade foi aplicada com o objetivo de verificar a estabilidade do resultado obtido no modelo, testando sua robustez frente a variações nos pesos dos critérios definidos. No sistema SAD-FITtradeoff, foram simuladas variações de $\pm 10\%$ nos critérios contínuos, conforme recomendado por boas práticas metodológicas em análises multicritério, como apresentado no guia do Inmetro (2021).

Essa abordagem permite entender como pequenos ajustes na prioridade atribuída aos critérios podem influenciar a posição das alternativas no ranking final. No contexto desta pesquisa, essa etapa foi fundamental para avaliar a consistência da escolha dos municípios com melhor desempenho, mesmo sob diferentes cenários de julgamento.

Figura 8: Escolha de variação dos critérios

<<Back

Sensitivity Analysis

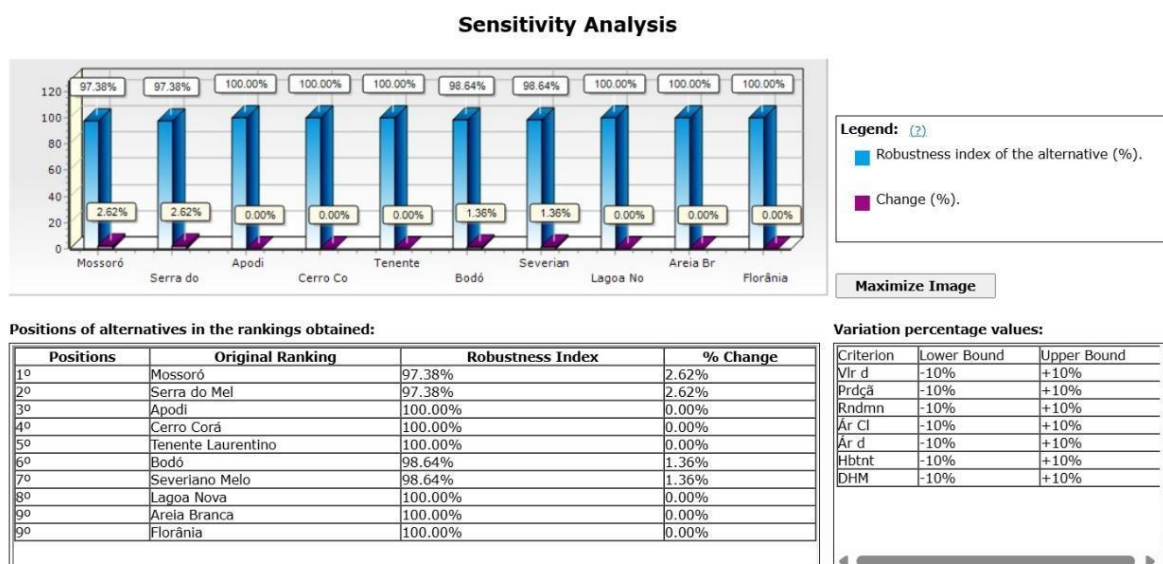
Please, select below which criteria you want to vary:

☒	Criteria	Type	Preference Direction	Lower Limit		Upper Limit	
☒	Vlr d	Natural	Maximization	-	10 %	+	10 %
☒	Prdçã	Natural	Maximization	-	10 %	+	10 %
☒	Rndmn	Natural	Maximization	-	10 %	+	10 %
☒	Ar Cl	Natural	Maximization	-	10 %	+	10 %
☒	Ar d	Natural	Maximization	-	10 %	+	10 %
☒	Hbtnt	Natural	Maximization	-	10 %	+	10 %
☒	DHM	Natural	Maximization	-	10 %	+	10 %

Fonte: Autoria própria (2025)

Resultado da análise de sensibilidade:

Figura 9: Resultado da análise de sensibilidade



Fonte: Autoria própria (2025)

A análise de sensibilidade revelou que os municípios mais bem posicionados, como Apodi, Cerro Corá, Tenente Laurentino Cruz, Lagoa Nova, Areia Branca e Florânia, mantiveram-se estáveis em 100% dos cenários simulados, apresentando índice de robustez de 100% e nenhuma variação percentual. Isso indica que suas posições no ranking não foram afetadas pelas alterações de até $\pm 10\%$ nos critérios, evidenciando um desempenho consistente e uma decisão robusta diante de diferentes contextos.

Em contrapartida, municípios como Mossoró e Serra do Mel apresentaram índices de robustez de 97,38%, com variação de 2,62%. Embora ainda apresentem alta estabilidade, esses municípios mostraram-se ligeiramente mais sensíveis às variações dos pesos atribuídos aos critérios. Essa leve alteração pode estar associada à proximidade dos seus desempenhos em relação aos demais critérios avaliados.

Já os municípios Bodó e Severiano Melo apresentaram menor robustez, com índices de 98,64% e variação de 1,36%. Ainda que os resultados não representem grandes instabilidades, demonstram que mudanças sutis nos critérios avaliativos podem impactar a posição final desses municípios no ranking.

De forma geral, os resultados indicam que, embora algumas alternativas apresentem pequenas oscilações

em seus posicionamentos, a análise de sensibilidade reforça a confiabilidade do modelo aplicado. As alternativas mais bem classificadas mostraram-se robustas mesmo diante de cenários com variações, assegurando uma escolha final mais confiável e coerente com os objetivos da análise.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do método multicritério FITradeoff demonstrou ser uma ferramenta eficiente para apoiar a escolha da alternativa mais adequada entre os municípios analisados, considerando um conjunto de critérios diversos e relevantes para o fortalecimento da cadeia produtiva do caju no estado do Rio Grande do Norte. A análise permitiu não apenas estabelecer uma ordenação entre as alternativas, mas também compreender com maior profundidade os fatores que influenciam essa decisão. A análise de sensibilidade reforçou a robustez da alternativa melhor posicionada, que manteve sua colocação mesmo diante de variações nos pesos atribuídos aos critérios. Esse resultado evidencia a estabilidade da escolha realizada e sua aderência ao contexto decisório proposto. Ao mesmo tempo, revelou o quanto outras alternativas apresentaram oscilações, indicando a necessidade de uma avaliação criteriosa caso ocorram mudanças nos objetivos estratégicos ou prioridades de política pública.

Além de apoiar uma tomada de decisão mais assertiva e fundamentada, o uso de métodos multicritério como o FITradeoff contribui para tornar o processo mais transparente, replicável e participativo. A possibilidade de simular diferentes cenários e incorporar as preferências do decisor favorece a construção de políticas mais alinhadas às realidades locais. Para aplicações futuras, recomenda-se o uso do modelo em diferentes regiões e contextos, possibilitando sua adaptação conforme os objetivos estratégicos de cada análise.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEBRAE. *Revitalização da cajucultura no Rio Grande do Norte*. 2023. Disponível em: <https://polosebraeagro.sebrae.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Revitalizacao-caju-rio-grande-do-norte-Sebrae-Goias.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.
- [2] SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. *Comparativo entre sistemas mecanizados e semi-mecanizados na cajucultura*. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 37, n. 2, 2019. Disponível em: <https://revistasober.org/article/5d9635f00e88259e222bac33/pdf/resr-37-2-97.pdf>. Acesso em: 15 maio 2025.
- [3] INSUMO AGRÍCOLA. *Desafios da mecanização na produção de castanha de caju*. Agronegócio em Foco, 2023. Disponível em: <https://agronegocio.insumoagricola.com.br/?p=1456>. Acesso em: 15 maio 2025.
- [4] AMYOT, Danelle. *Análise pelo Supply Chain Management da cadeia produtiva da castanha de caju no Rio Grande do Norte*. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- [5] ANDRADE NETO, Júlio César de. *Competitividade na pequena produção agroindustrial: estudo na agroindústria da castanha de caju*. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado em Estratégia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- [6] SILVA, Eudésio Eduim da. *Geração de renda e ocupações na cadeia agroindustrial de castanha de caju no Rio Grande do Norte: o caso do sertão de Apodi*. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- [7] EMBRAPA. *Cajueiro-anão transforma a vida de agricultores do RN*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57740378>. Acesso em: 11 jul. 2025.
- [8] SAATY, Thomas L. *Método de Hierarquia Analítica: tomada de decisão em um mundo complexo*. Tradução de Edson Luiz Riccio. São Paulo: Atlas, 1991.
- [9] ALMEIDA, Adiel Teixeira de; ALMEIDA, Jair Minoro et al. Tomada de decisão em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2016.
- [10] MONTANHER, Poliana F.; COSTA, Helder Gomes; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Aplicação do método FITradeoff no apoio à decisão multicritério em políticas públicas: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação (RBGI)*, v. 8, n. 2, p. 335–359, 2021. DOI: 10.18226/23190639.v8.n2.08
- [11] GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso

em: 15 jul. 2025.

[12] LOPES, Rivadávia Neto et al. Estudo de casos múltiplos: uma proposta de sistematização. *Revista Estudo & Debate*, Lajeado, v. 13, n. 2, p. 45-60, 2006. Disponível em: <https://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/560>. Acesso em: 15 jul. 2025.

[13] SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

[14] CORREIA, Isabella Colaço; SANTOS, Mayra Morais dos; ASSIS, Danielle da Conceição Cabral de; DANTAS, Gisele de Souza; MAIA, Joyce Abreu. *Modelo multicritério para hierarquização das unidades federativas nordestinas por nível de eficiência de sua gestão pública*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 2023, Fortaleza. Anais [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2023.

[15] ALMEIDA, A. T. de; MORAIS, D. C. de; ALMEIDA, J. A. de. FITradeoff: um método para apoio à decisão multicritério baseado em tradeoffs parciais e flexíveis. Recife: Centro de Informática da UFPE, 2016.

[16] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Clones comerciais*. Agência de Informação Tecnológica – Cultivo do Caju. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/caju/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/clones-comerciais>. Acesso em: 15 jul. 2025.

[17] GOMES, L. F. A. M.; LIMA, M. M. P. Análise multicritério de alternativas discretas com MACBETH. *Pesquisa Operacional*, v. 26, n. 1, p. 27-44, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382006000100003>.

[18] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Castanha de caju – cultivo no Rio Grande do Norte*. Explica | Produção agropecuária. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/castanha-de-caju-cultivo/rn>. Acesso em: 15 jul. 2025.