



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**THOMÉ LUIZ FREIRE GUTH**

**MODELO MULTICRITÉRIO AHP PARA APOIAR A DECISÃO  
DE LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS GRANELEIROS EM  
REGIÃO DE FRONTEIRA AGRÍCOLA**

**Brasília - DF**  
**Setembro/2024**

**THOMÉ LUIZ FREIRE GUTH**

**MODELO MULTICRITÉRIO AHP PARA APOIAR A DECISÃO DE LOCALIZAÇÃO  
DE ARMAZÉNS GRANELEIROS EM REGIÃO DE FRONTEIRA AGRÍCOLA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronegócios, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

**Orientador(a): Prof. Dra. Silvia Araújo dos Reis**

**Brasília - DF  
Setembro/2024**

GUTH, T. L. F. **Modelo multicritério AHP para apoiar a decisão de localização de armazéns graneleiros em região de fronteira agrícola.** 2024, 166 f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

Documento formal autorizando reprodução desta dissertação de mestrado/tese de doutorado, como empréstimo ou comercialização exclusivamente para fins acadêmicos foi entregue pelo autor à Universidade de Brasília. Acha-se arquivado na Secretaria do Programa para uso em pesquisas. O autor reserva para si todos os direitos autorais de publicação e, nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem sua autorização por escrito. Citações são estimuladas, desde que citadas as fontes.

### FICHA CATALOGRÁFICA

G984m	Guth, Thome Luiz Freire
	MODELO MULTICRITÉRIO AHP PARA APOIAR A DECISÃO DE LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS GRANELEIROS EM REGIÃO DE FRONTEIRA AGRÍCOLA / Thome Luiz Freire Guth; orientador Silvia Araújo dos Reis. -- Brasília, 2024.
	166 p.
	1. AHP. 2. Localização. 3. Armazenagem. 4. SEALBA. I. Reis, Silvia Araújo dos, orient. II. Título.

**THOMÉ LUIZ FREIRE GUTH**

**MODELO MULTICRITÉRIO AHP PARA APOIAR A DECISÃO DE LOCALIZAÇÃO  
DE ARMAZÉNS GRANELEIROS EM REGIÃO DE FRONTEIRA AGRÍCOLA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado/Doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

**Aprovada pela seguinte Banca Examinadora:**

---

**Prof. Dra. Sílvia Araújo do Reis – UnB  
(ORIENTADOR)**

---

**Prof. Dr. Fabrício Oliveira Leitão - UnB  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**Prof. Dra. Andréa Leda Ramos de Oliveira - Unicamp  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**Brasília, 15 de setembro de 2024**

À minha esposa, ***Maria da Conceição Quintas Guth***,  
por sempre acreditar em mim. Por sua paciência e por  
sempre me apoiar nas decisões tomadas.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro, agradeço a Deus, pois, sem Ele eu não chegaria até aqui e nada seria possível. Agradeço, ainda, ao Pai, pela sabedoria, fortaleza e discernimento a mim concedidos, durante essa caminhada.

À minha esposa Maria da Conceição Quintas Guth por seu companheirismo, amor e carinho nesta parceria de mais de 25 anos. Aos meus filhos Paulo e Pedro, por serem, nesta jornada, a minha maior motivação em busca de crescimento pessoal e profissional.

À minha mãe Maria de Fátima por, além de sempre torcer pelo meu sucesso, ser um exemplo de que não existe limitação de momento, idade ou dificuldade para ir em busca de nossos sonhos.

Ao meu pai Francisco Guth por sempre me mostrar a importância da dedicação e empenho para realizar grandes conquistas.

Aos meus irmãos Thiago, Carlos Amadeu e Rudolf por serem exemplos de profissionais dedicados. Ao meu avô Amadeu Ramos Freire (vô Bá), o grande exemplo da minha vida, quando me refiro à educação e honestidade.

Às minhas avós Iza e Lia pelo carinho e amor que dedicaram a mim, enquanto aqui estiveram.

À minha orientadora Dra. Silvia Araújo dos Reis pela dedicação, atenção, orientação, compromisso e paciência durante esses dois anos. Com certeza, alguém com quem muito aprendi e que muito me ensinou, além do conhecimento dos livros.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Fabrício de Oliveira Leitão e Dra. Andréa Leda Ramos de Oliveira, pelas sugestões e pelo tempo a mim dispensados nos infundáveis questionamentos, que só engrandeceram este trabalho.

À CONAB, por permitir o tempo necessário para o cumprimento das matérias, assim como a dedicação ao mestrado. Ao PROPAGA, pela oportunidade.

Aos colegas que colaboraram com esta pesquisa, doando tempo às respostas dos questionários: Raimundo, Elisângela Lopes, Gleiton Medeiros, Flaviano Gomes, José Almeida, Paulo Claudio, José Bonfim, Vitor Figueira, Rafael Monteiro, Rafael Alves, Stelito Neto e Deise Fassio. A Geiza Helena Lima, pelo apoio na correção ortográfica e gramatical e ao colega Arthur Guerra pela ajuda na formatação do trabalho.

*“Toda geração deveria pensar em como transmitir seus saberes e seus valores à geração futura, pois é através da educação que o ser humano alcança o seu potencial máximo e se torna um ser consciente, livre e responsável.”*

*Papa Francisco*

## RESUMO

O Brasil é consolidado como um dos principais produtores e exportadores de commodities agrícolas. Neste sentido, regiões de fronteira agrícola, como o SEALBA – acrônimo para Sergipe, Alagoas e Bahia – emergem como novas fronteiras agrícolas, especialmente no cultivo de soja e milho. No entanto, a infraestrutura logística, em especial a de armazenagem, enfrenta desafios, ameaçando a expansão agrícola desta região. Assim, a pesquisa visou desenvolver um modelo multicritério de apoio à decisão para a localização de armazéns graneleiros na região do SEALBA, utilizando o método Analytic Hierarchy Process (AHP), bem como a comparação de duas formas de utilização (AHP tradicional e AHP + Matriz de Decisão). Além disso, buscou-se realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) e uma análise bibliométrica sobre as mais recentes pesquisas voltadas à tomada de decisão para localização de armazéns com a utilização do método AHP e suas variações/combinções, apontando as principais tendências e lacunas de pesquisa. A literatura foi pesquisada em bases como Web of Science, ScienceDirect e Scopus, analisada no VosViewer e R/Bibliometrix, classificada e codificada, resultando em uma estrutura do que se tem de mais recente sobre o assunto, com recomendações, visando orientar pesquisas futuras. Para a montagem da estrutura hierárquica do AHP sob o problema de melhor localização de uma unidade armazenadora de grãos na região do SEALBA, utilizaram-se as informações coletadas na revisão de literatura e consulta com especialistas, por meio de questionário elaborado no Google Forms. Foram estabelecidos os critérios e subcritérios, bem como o Princípio de Pareto para definir o quantitativo dos critérios e subcritérios e as alternativas definidas entre os municípios pertencentes ao SEALBA. Como resultado da RSL, destaca-se a necessidade de aumento de estudos com este tema para a armazenagem agropecuária, utilização de Delphi para identificação de critérios e as tendências de utilização de metodologias integradas ao AHP, como GP (Goal Programming) e SIG. Os critérios socioeconômicos e ambientais se destacaram mais do que acessibilidade e custo. Como resultado do ranqueamento, Paripiranga/BA foi considerada a melhor alternativa e Anadia/AL, a última, tanto para o AHP tradicional quanto para o AHP + Matriz de Decisão, sendo que a maior divergência está na posição de Carira/SE que, no AHP + Matriz de Decisão, é a 2ª melhor alternativa.

**Palavras-chaves:** Armazenagem. SEALBA. AHP.

## ABSTRACT

Brazil is established as one of the main producers and exporters of agricultural commodities. In this regard, agricultural frontier regions such as SEALBA are emerging as new agricultural frontiers, especially in the cultivation of soybeans and corn. However, the logistical infrastructure, especially storage, faces significant challenges, threatening the agricultural expansion of this region. This research aimed to develop a multicriteria decision support model for the location of grain warehouses in the SEALBA region, using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method, as well as to compare two forms of its use (traditional AHP and AHP + Decision Matrix). Additionally, a systematic literature review (SLR) and a bibliometric analysis were conducted on the most recent research related to decision-making for warehouse location using the AHP method and its variations/combinations, highlighting the main research trends and gaps. The literature was searched in databases such as Web of Science, ScienceDirect, and Scopus, analyzed in VosViewer and R/Bibliometrix, classified and coded, resulting in a structure of the most recent findings on the subject, with recommendations to guide future research. To build the AHP hierarchical structure for the problem of the best location for a grain storage unit in the SEALBA region, information collected from the literature review and consultations with experts via a questionnaire created in Google Forms was used. Criteria and sub-criteria were established, as well as the Pareto Principle to define the quantity of criteria and sub-criteria, and the alternatives were defined among the municipalities belonging to SEALBA. As a result of the SLR, the need for increased studies on this topic for agricultural storage, the use of Delphi for criteria identification, and the trends in using methodologies integrated with AHP, such as GP (Goal Programming) and GIS (Geographic Information Systems), stand out. Socioeconomic and environmental criteria were more prominent than accessibility and cost. As a result of the ranking, Paripiranga/BA was considered the best alternative and Anadia/AL the least favorable, both for the traditional AHP and the AHP + Decision Matrix. The largest divergence is in the position of Carira/SE, which is ranked as the 2nd best alternative in the AHP + Decision Matrix.

**Keywords:** Storage SEALBA. AHP

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa da produção de milho e soja no SEALBA – safra 2022/23.....	26
Figura 2. Evolução da produção brasileira de grãos e da capacidade estática.....	31
Figura 3. Evolução da produção de grãos no Nordeste e da capacidade estática....	31
Figura 4. Esquema metodológico da pesquisa.....	53
Figura 5. Exemplo de modelo de estrutura hierárquica do método AHP.....	56
Figura 6. Matriz comparativa (supondo que critério 1 domina o critério 2).....	63
Figura 7. Número de artigos publicados por país.....	70
Figura 8. Número de publicações por ano. ....	72
Figura 9. Cocitação dos periódicos.....	73
Figura 10. Autores mais citados nas referências.....	73
Figura 11. Palavras-chave mais citadas.....	74
Figura 12. Principais pontos analisados nos artigos em relação à localização de armazéns.....	75
Figura 13. Nuvem de palavras extraídas dos objetivos, palavras-chave e resultados dos artigos da revisão.....	75
Figura 14. Distribuição por categoria 1 – contexto nacional. Onde: Países desenvolvidos - 1A; Países em desenvolvimento - 1B; Não se aplica – 1C.....	76
Figura 15. Distribuição por categoria 2 – foco. Onde: AHP e localização de armazéns utilizadas como tema principal - 2A; AHP e localização de armazéns utilizadas como suporte – 2B.....	77
Figura 16. Distribuição por categoria 3 – método. Onde: Qualitativo - 3A; Quantitativo – 3B; Estudos teóricos - 3C; Estudos empíricos – 3D; Estudos de caso/entrevistas – 3E; Survey – 3F.....	78
Figura 17. Distribuição por categoria 4 – setor econômico. Onde: Agropecuário - 4A; Industrial– 4B; Atacado/Varejo - 4C; Não se aplica – 4D.....	79
Figura 18. Distribuição por categoria 5 – aspecto. Onde: Técnico - 5A; Humano – 5B; Ambas – 5C.....	79
Figura 19. Distribuição por categoria 6 – origem. Onde: América - 6A; Europa – 6B; Ásia – 6C; África – 6D; Oceania – 6E.....	80
Figura 20. Localizações geográficas de todos os países contribuintes.....	81
Figura 21. Resultado do questionário encaminhado aos especialistas sobre os critérios de localização de armazéns graneleiros no SEALBA.....	84
Figura 22. Participação de cada critério entre os 05 primeiros na escolha do conjunto de especialistas.....	84
Figura 23. Estrutura hierárquica com critérios.....	85
Figura 24. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados.....	87
Figura 25. Diagrama de Pareto para os critérios de localização de armazém graneleiro no SEALBA.....	89
Figura 26. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 04 critérios.....	90
Figura 27. Diagrama de Pareto para os subcritérios de Acessibilidade.....	93

Figura 28. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 04 subcritérios do critério Acessibilidade. ....	94
Figura 29. Diagrama de Pareto para os subcritérios de Custo.....	96
Figura 30. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 04 subcritérios do critério Custo.....	97
Figura 31. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz para 04 subcritérios do critério Socioeconômico. ....	99
Figura 32. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 03 subcritérios do critério Socioeconômico. ....	101
Figura 33. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 02 subcritérios do critério Ambiental. ....	103
Figura 34. Diagrama de Pareto dos principais municípios produtores de soja e milho da Região do SEALBA. ....	105
Figura 35. Diagrama de Pareto para os municípios da Bahia mais significativos na produção de soja e milho .....	106
Figura 36. Diagrama de Pareto para os municípios de Sergipe mais significativos na produção de soja e milho .....	107
Figura 37. Diagrama de Pareto para os municípios de Alagoas mais significativos na produção de soja e milho .....	107
Figura 38. Mapa com as alternativas de localização de armazéns no SEALBA .....	108
Figura 39. Estrutura Hierárquica da AHP para tomada de decisão sobre localização de unidade armazenadora no SEALBA.....	109
Figura 40. Mapa do SEALBA com as alternativas, rodovias e portos .....	110

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tipos de problemáticas para definição do método multicritério a ser utilizado .....	43
Quadro 2. Definições para classificação deste trabalho conforme objetivo geral.....	52
Quadro 3. Critérios e subcritérios encontrados em revisão sistemática de literatura sobre utilização de AHP para decisão de localização de armazéns. ....	58
Quadro 4. Critérios e subcritérios encontrados na RSL para o objetivo de localização de armazéns com utilização de AHP.....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Escala fundamental para julgamento de comparações par a par.....	45
Tabela 2. Classificação e códigos para analisar os estudos .....	54
Tabela 3. Principais Municípios produtores de soja e milho na Região do SEALBA.	61
Tabela 4. Artigos usados na RSL.....	66
Tabela 5. Resultados da classificação por artigo analisado .....	71
Tabela 6. Matriz de julgamentos dos critérios dos 10 especialistas agregados para a tomada de decisão sobre localização de armazém graneleiro no SEALBA. ....	86
Tabela 7. Matriz de julgamentos agregados normalizada e prioridades calculadas..	87
Tabela 8. Matriz ajustada de julgamentos agregada dos critérios para a tomada de decisão sobre localização de armazém graneleiro no SEALBA.....	89
Tabela 9. Matriz normalizada com prioridades calculadas .....	89
Tabela 10. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Acessibilidade. ....	92
Tabela 11. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Acessibilidade. ....	92
Tabela 12. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Acessibilidade. ....	93
Tabela 13. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Acessibilidade. ....	93
Tabela 14. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Custo.....	95
Tabela 15. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Custo .....	95
Tabela 16. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Custo.....	96
Tabela 17. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Custo.....	96
Tabela 18. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Socioeconômico. ....	98
Tabela 19. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Socioeconômico. ....	98
Tabela 20. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Socioeconômico. ....	99
Tabela 21. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Socioeconômico. ....	99
Tabela 22. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Ambiental. ....	101
Tabela 23. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Ambiental. ....	102
Tabela 24. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Ambiental. ....	102
Tabela 25. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Ambiental. ....	103

Tabela 26. Critérios e subcritérios ajustados da AHP de localização de armazéns graneleiros no SEALBA e seus respectivos pesos.....	104
Tabela 27. Parâmetros dos subcritérios do AHP para definição de matriz de decisão .....	113
Tabela 28. Resultado das prioridades obtidas dos julgamentos agregados de cada subcritério para as 05 alternativas e a RC da matriz de cada subcritério.....	114
Tabela 29. Resultado AHP tradicional.....	114
Tabela 30. Matriz de decisão, sua inversão e normalização. ....	116
Tabela 31. Resultado AHP + Matriz de Decisão .....	117

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACEBRA - Associação de Empresas Cerealistas do Brasil

AGRIS - *International System for Agricultural Science and Technology*

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

AHP + MD - *Analytic Hierarchy Process* + Matriz de Decisão

AJI - Agregação dos Julgamentos Individuais

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP - *Analytic Network Process* (Processo de Rede Analítica)

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

API - Agregação de Prioridades Individuais

CEAL - Companhia Energética de Alagoas

CLMRP - *Capacitated Warehouse Location Problem with Risk Pooling*

CNT - Confederação Nacional de Transportes

COELBA - Companhia de Eletricidade da Bahia

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

DEA - *Data Envelopment Analysis* (Análise Envoltória de Dados)

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

ELECTRE - *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (Eliminação e Escolha Refletindo a Realidade)

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe

ESSE - Empresa Sergipana de Saneamento e Energia

FCA - Ferrovia Centro Atlântica

Fuzzy AHP - *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (Processo de Hierarquia Analítica Difusa)

Fuzzy VIKOR - *Fuzzy Vlekkriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* (Otimização Multicritério Difusa e Solução Compromissada)

GP - *Goal Programming* (Programação de Metas)

IA - Índice de Atração

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC - Índice de Consistência

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IR - Índice Randômico

MACBETH - *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (Medindo Atratividade por uma Técnica de Avaliação Baseada em Categorização)

MADM - *Multi-Attribute Decision Making* (Tomada de Decisão Multiatributo)

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MAPBIOMAS - Plataforma de Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra

MATOPIBA - Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia

MAUT - *Multiattribute Utility Theory* (Teoria da Utilidade Multatributo)

MCDM - *Multicriteria Decision-Making* (Tomada de Decisão Multicritério)

MODM - *Multi-Objective Decision Making* (Tomada de Decisão Multiobjetivo)

MS EXCEL - Microsoft Excel

PAM - Produção Agrícola Municipal

PIB - Produto Interno Bruto

PPM - Pesquisa Pecuária Municipal

PPP - Parcerias Público-Privadas

PROMETHEE - *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (Método de Classificação por Preferência para Avaliação de Enriquecimento)

PROMETHEE - *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (Método de Organização de Preferência para Avaliações de Enriquecimento)

RAMT - Relatório do Mercado de Terras

RC - Razão de Consistência

RPA's - Regiões Produtivas Rurais

RSL - Revisão Sistemática de Literatura

SAHP - *Stochastic Analytic Hierarchy Process* (Processo de Hierarquia Analítica Estocástico)

SEALBA - Sergipe, Alagoas e Bahia

SIG - Sistema de Informação Geográfica

TFN - *Triangular Fuzzy Numbers* (Números Fuzzy Triangulares)

TOPSIS - *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (Técnica de Preferência por Ordem por Similaridade com a Solução Ideal)

USDA – *United States Department of Agriculture* (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)

UTADIS - *UTilité Additive DIScrimination* (Discriminação de Utilidade Aditiva)

VTN - Valor da Terra Nua

ZARC - Zoneamento Agrícola de Risco Climático

$\lambda_{\text{máx}}$  - Valor Máximo de Autovalor

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1	Problema da Pesquisa .....	20
1.2	Justificativa .....	20
1.3	Objetivos.....	22
1.3.1	<i>Geral</i> .....	22
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
2.1	Regiões Produtivas Rurais e SEALBA .....	23
2.2	Armazenagem agrícola e capacidade estática de armazenagem no contexto da produção de grãos no Brasil.....	27
2.3	Logística de escoamento da produção e localização dos armazéns. ....	32
2.4	Modelos de localização para unidades armazenadoras. ....	36
2.5	Métodos multicritérios de apoio à decisão.....	39
2.5.1	<i>Analytic Hierachy Process (AHP)</i> .....	43
2.5.1.1	AHP e localização de armazéns. ....	47
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>50</b>
3.1	Revisão sistemática de literatura (RSL).....	52
3.2	Elaboração do modelo AHP para localização de armazéns no SEALBA. ....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>65</b>
4.1	Análise bibliométrica dos artigos oriundos da revisão sistemática de literatura (RSL) sobre aplicação de AHP na localização de armazéns.....	66
4.1.1	<i>Breve resumo dos principais objetivos e resultados dos artigos</i> .....	75
4.1.2	<i>Análise de lacunas, oportunidades e desafios para o futuro</i> .....	76
4.1.2.1	Contexto Nacional .....	76
4.1.2.2	Foco em AHP e localização de armazéns. ....	77
4.1.2.3	Método de pesquisa .....	77
4.1.2.4	Setor econômico.....	78
4.1.2.5	Aspectos técnicos ou humanos .....	79
4.1.2.6	Origem geográfica .....	80
4.2	<b>AHP e a localização de armazéns no SEALBA.</b> .....	<b>82</b>
4.2.1	<i>Definição inicial da estrutura hierárquica.</i> .....	82
4.2.2	<i>Redefinição do quantitativo de critérios e cálculo dos pesos</i> .....	86
4.2.3	<i>Redefinição do quantitativo de subcritérios e cálculo dos pesos.</i> .....	91
4.2.3.1	Acessibilidade.....	91
4.2.3.2	Custo .....	94
4.2.3.3	Socioeconômico .....	98
4.2.3.4	Ambiental.....	101
4.2.4	<i>Definição das alternativas</i> .....	104
4.2.5	<i>Levantamento de parâmetros dos subcritérios, cálculo da AHP para as alternativas e ranqueamento.</i> .....	109
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>118</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século passado, observou-se um forte crescimento econômico, aumento da urbanização, expansão populacional e mudanças na estrutura da dieta, que levaram a profundas mudanças na dieta global e demanda regional de grãos. Essas mudanças na oferta e demanda mundial, além de provocarem contínuas transformações nas cadeias produtivas de grãos, mundiais e regionais, têm se tornado o maior desafio que o mundo está enfrentando, de acordo com Wang et al. (2022).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (2023), o Brasil, na safra 2022/23, foi o principal produtor de soja do mundo e, também, principal exportador da oleaginosa, respondendo com 42,2% e 55,2% do total, respectivamente.

De acordo com o 5º levantamento de produção de safra da Conab (2024), a produção da safra de grãos 2022/2023 atingiu um volume recorde de 319,8 milhões de toneladas. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) projeta para a safra 2030/31 que o Brasil produzirá entre 333,1 e 382,8 milhões de toneladas de grãos, mantendo o país como um dos mais importantes produtores de alimentos do mundo (BRASIL, 2021).

Assim, os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, conhecidos coletivamente como MATOPIBA, se tornaram importantes fronteiras agrícolas ao longo das últimas duas décadas. A produção agropecuária dessa região está sendo marcada por grandes colheitas, especialmente soja, milho e algodão (CONAB, 2022b).

E quais seriam as novas fronteiras agrícolas brasileiras? Segundo o estudo de Procópio *et al.* (2019), o SEALBA, um acrônimo dos estados de Sergipe, Alagoas e Bahia, abrange 171 municípios. Área interligada e, de acordo com especialistas da Embrapa Tabuleiros Costeiros, apresenta um potencial agrícola pouco explorado até o momento, todavia, estrategicamente, poderia se tornar o novo polo de produção rural do Nordeste.

De acordo com a CONAB (2023a), o SEALBA vem se destacando pela produção de milho 3ª safra, já que em cinco safras a produção do cereal saiu de 1,2

milhão para 2,3 milhões de toneladas. Essa região foi responsável por 92,4% desse volume. No entanto, tal montante ainda representa pouco para o país, que tem uma produção prevista de 125,7 milhões de toneladas, de acordo com a entidade citada, com grande possibilidade de crescimento, além de atender uma demanda local pujante.

Procópio *et.al.* (2019) citam que a Embrapa Tabuleiros Costeiros vem realizando diversas pesquisas com a soja nessa região. Os resultados mostram o SEALBA como um promissor polo para cultivo da oleaginosa, visto que os experimentos apresentaram um nível alto de produtividade e peso dos grãos com um bom regime de chuvas para a cultura.

Contudo, na contramão deste cenário exuberante de produção, a infraestrutura de armazenagem e a logística de escoamento – fatores que interferem na competitividade do agronegócio nacional, conforme afirmou Milanez (2014) – têm se destacado negativamente, principalmente no quesito capacidade estática de armazenamento de grãos (CONAB, 2023b), podendo ser um impeditivo para a expansão agrícola dessa região.

Baroni, Benedeti e Seidel (2017), além de Cima *et al.* (2021), alertam que em poucos anos o Brasil provavelmente terá um elevado déficit de armazenagem, não sendo capaz de absorver o crescimento da produção.

A definição da localização de uma rede armazenadora muito tem se baseado na distribuição espacial da produção agrícola no Brasil. Cima *et al.* (2018) estudou a autocorrelação espacial da produção de grãos e a armazenagem agrícola no estado do Paraná, demonstrando uma significância positiva, confirmando essa dinâmica de localização das unidades armazenadoras pela distribuição da produção.

De acordo com Caixeta Filho (2010), a logística agroindustrial tem como objetivo principal melhorar a eficiência da movimentação de cargas agrícolas no espaço, através de veículos adequados, e no tempo, através do armazenamento, no intuito de se obter o menor custo possível, melhorando a rentabilidade do produtor rural.

Contudo, vale ressaltar que o componente de transporte pode exercer influência sobre a localização da unidade armazenadora, tendo em vista a diminuição

do custo logístico. O objetivo principal do problema de localização de armazéns gerais é encontrar uma localização de instalações de armazenamento, onde os custos decorrentes do escoamento de um determinado volume de mercadorias para os clientes, através de armazéns, são os mais baixos possíveis (Jacyna-Golda e Izdebski, 2017).

Yang e Lee (1997) afirmam que a escolha das localizações das instalações possui importantes consequências, visto que envolve uma reserva de recurso de longo prazo, tem impacto sobre o desempenho de uma empresa ou setor, sobre o custo operacional e desempenho no fluxo de entrega.

De acordo com Jacyna-Golda e Izdebski (2017), o problema de localização de armazéns na rede logística se refere à otimização multicritério que depende de critérios quantitativos e qualitativos, tais como: custos de mão de obra, custos de transporte, custos de armazenagem, impostos, mão de obra qualificada, disponibilidade de mão de obra, existência de modos de transporte, qualidade e confiabilidade dos modos de transporte, proximidade com os clientes, fornecedores ou produtores.

Corroborando com essa ideia, Petrović *et al.* (2023) citaram que problemas de escolha de localização de maneira geral se mostram como questões complexas, envolvendo múltiplos critérios (políticos, econômicos, de infraestrutura e ambientais), bem como estratégias de desenvolvimento, custos logísticos, entre outros.

A otimização multicritério faz parte de um problema de tomada de decisão. Neste contexto, Rodrigues, Martin e Monteiro (2012) mencionaram que diversas ferramentas matemáticas foram e continuam sendo desenvolvidas e aplicadas nas diversas tomadas de decisão. Segundo Devi, Nayak e Patnaik (2020), essas tomadas de decisões e as soluções de problemas são processos interativos que envolvem avaliar cenários, critérios ou dilemas, ponderar alternativas, fazer escolhas e seguir o curso de ação mais apropriado. Dentro do contexto da localização, Petrović *et al.* (2023) afirmaram que a metodologia de tomada de decisão multicritério tem sido largamente pesquisada por diversos agentes do meio acadêmico e científico há vários anos e com estudos sobre a eficácia de diversos modelos e abordagens.

Saaty (1990) pontuou que o modelo *Analytic Hierarchy Process* (AHP) pode ser utilizado para problemas complexos de tomada de decisão. Segundo Yang e Lee

(1997), a seleção de local de uma instalação é um problema complexo, já que tem como fatores as diversas localidades, as instalações e muitos critérios para avaliar e diversos estágios de implantação e operação.

O marco teórico a ser observado em localização de armazéns é o da localização de Alfred Weber (1909) *apud* Daskin (2008, p. 283), onde:

[...] tem como finalidade responder onde se localizará determinada atividade industrial e [...] alguns fatores influenciam a decisão locacional para a indústria, tais como os custos de transporte, custos de mão de obra e custos de aglomeração e desaglomeração (Daskin, 2008, p. 283)..

### **1.1 Problema da Pesquisa**

A região do SEALBA tende a ser uma nova fronteira agrícola de potencial produtivo de soja e milho, sobretudo, em período da entressafra brasileira, dadas as suas condições edafoclimáticas (Procópio *et al.*, 2019). Isto porque, segundo Procópio *et al* (2022), a região possui um período chuvoso de 4 a 6 meses, com uma precipitação que varia de 600 a 1700 mm, bem como um relevo favorável à mecanização.

No entanto, pelas informações da CONAB (2023b), a ausência de armazéns graneleiros nos municípios dessa região limita o seu potencial produtivo.

Portanto, uma pergunta deve ser respondida com este trabalho: Quais modelos multicritério AHP podem ser propostos para apoiar a decisão de localização de armazéns graneleiros em uma região de fronteira agrícola, como o SEALBA, visando melhorar a eficiência logística no escoamento da produção e oferecer suporte à comercialização em períodos economicamente mais vantajosos?

### **1.2 Justificativa**

Segundo Eberhardt (2020), a matriz brasileira das exportações de *commodities* agrícolas anuais tem a predominância da soja e do milho, e representaram mais de 60% do volume exportado e 30% dos valores das exportações nacionais na safra 2017/18. No ano de 2023, Coêlho (2023) afirmou que, junto com a demanda externa aquecida, o dólar mais valorizado frente ao real e a recuperação dos prêmios de portos

permitiram a recuperação dos preços internos de soja do Brasil, que apresentou novamente recordes de exportação, apesar da deficiência logística, corroborando para que haja uma tendência cada vez maior da participação das *commodities* brasileiras no mercado externo.

De acordo com Caixeta Filho (2010), a logística agroindustrial tem como objetivo principal melhorar a eficiência da movimentação de cargas agrícolas no espaço através de veículos adequados e, no tempo, através do armazenamento, no intuito de se obter o menor custo possível, melhorando a rentabilidade do produtor rural.

No que se refere à deficiência logística que afeta diretamente o setor produtor de grãos no país, pode-se destacar dois pontos que deveriam fazer parte de um sistema logístico integrado: o transporte e a armazenagem.

No que concerne ao transporte, Castro (2017,) destacou alguns problemas recorrentes relacionados à deficiente infraestrutura brasileira de movimentação de cargas: filas de caminhões, congestionamento nos portos e estado precário das rodovias, em que o setor agropecuário nacional é um dos que mais sentem o impacto negativo. Isto porque, de acordo com Waydzik et al. (2020), os obstáculos provocados pelo sistema logístico brasileiro aumentam o custo operacional, provocam lentidão e forçam o escoamento às longas distâncias.

Já Ribeiro e Conceição (2019) afirmaram que:

Os problemas relacionados à infraestrutura acabam diminuindo a competitividade dos produtos agrícolas, pois, encarecem e dificultam transporte, tanto interna quanto externamente. A movimentação logística é um dos aspectos importantes, nesta reside substancial parte dos custos das *commodities*. Muitas vezes o preço do frete já está incluído no contrato entre os produtores e as *tradings* – responsáveis pelo transporte dos grãos até os portos (Ribeiro e Conceição, 2019, p.8).

Nos últimos anos, percebe-se uma atenção cada vez maior para os investimentos em modais de transportes, como novas concessões de rodovias e investimentos, através de parcerias público privadas (PPPs), em rotas ferroviárias importantes, que devem afetar diretamente a competitividade do agronegócio brasileiro.

Por outro lado, a mesma evolução não é observada em relação à armazenagem. Ainda que nem todas as Unidades da Federação possuam déficit de

armazenagem, a maior parte das regiões produtoras não dispõe da cobertura ideal. No Brasil, somente a região Sul possui uma capacidade estática graneleira que cobre quase 100% da sua produção. Para quase 70 milhões de toneladas de grãos/ano, tem-se uma disponibilidade de 64 milhões de toneladas de capacidade estática (CONAB, 2022b).

Já na SEALBA, região crescente de milho 3<sup>a</sup> safra, a situação é ainda mais drástica, visto que há pouquíssimos armazéns graneleiros, o que pode estar limitando um desenvolvimento ainda maior da produção (CONAB, 2022b).

Segundo os dados do Portal Armazéns do Brasil (CONAB, 2023b), Alagoas possui 13 unidades armazenadoras e 348 mil toneladas de capacidade estática, Sergipe, uma unidade armazenadora e 9 mil toneladas e a Bahia, apesar de possuir 5,3 milhões de toneladas de capacidade estática com 456 armazéns, não há nenhuma unidade armazenadora na região dos estados pertencentes ao SEALBA.

Assim, é fundamental que se tenham ferramentas que ajudem na tomada de decisão para a localização dessas unidades armazenadoras, com a possibilidade de minimizar os impactos dos custos logísticos, bem como dinamizar essas importantes cadeias produtivas.

### **1.3 Objetivos**

#### *1.3.1 Geral*

Elaborar modelo multicritério AHP, como forma de definição dos possíveis locais de armazenagem, para localização de armazéns graneleiros no SEALBA.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O referencial teórico está dividido em quatro partes: revisão de literatura sobre regiões produtivas rurais e o SEALBA, discussão sobre armazenagem agrícola, somada à sua importância, e sobre questões que envolvem a capacidade estática brasileira no contexto da evolução da produção de grãos.

A terceira parte é uma breve discussão sobre a logística de escoamento da produção e a localização de armazéns neste contexto. Por fim, uma descrição sobre os modelos de localização de armazéns, passando pela conceituação e apresentação de alguns métodos de tomada de decisão multicritério, definição do método AHP e

suas características, bem como uma revisão sistemática do que há de mais recente em relação ao AHP e à localização de armazéns.

## **2.1 Regiões Produtivas Rurais e SEALBA**

De acordo com Elias (2011), as transformações que ocorrem no setor agropecuário brasileiro impactam significativamente a organização do território nacional, o que resulta em novos arranjos territoriais, como o autor destacou com as Regiões Produtivas Rurais (RPAs).

Elias (2011, p. 153) traz ainda em seu trabalho a seguinte definição:

As RPAs são os novos arranjos territoriais produtivos agrícolas, os territórios das redes agroindustriais, escolhidos para receber os mais expressivos investimentos produtivos inerentes ao agronegócio globalizado, representando suas áreas mais competitivas. Nelas encontram-se partes dos circuitos espaciais da produção e círculos de cooperação de importantes commodities agrícolas, evidenciando a dinâmica territorial do agronegócio (Elias, 2011, p. 153).

Para Castillo e Frederico (2010), os circuitos espaciais produtivos têm como pontos principais a centralidade da circulação no fluxo que envolve as diversas etapas da produção: situação espacial, ou seja, o espaço (região, território, etc.) como uma variável ativa do sistema e o foco no ramo produtivo, ou seja, a principal matriz de produção local. Os autores citam que este conceito vai muito além daqueles de cadeia produtiva ou sistemas agroindustriais.

Segundo Brisola (2020), é equivocado afirmar que os locais ou territórios não estão conectados aos sistemas agroindustriais. Pelo contrário, os sistemas agroindustriais que perpassam ou têm origem nos territórios influenciam a sua constituição, definindo uma configuração própria, fazendo com que o território esteja intrinsecamente ligado à dinâmica dos sistemas de produção agroindustriais.

Os círculos de cooperação desempenham um papel fundamental ao possibilitar a conexão entre os diferentes passos da produção, ainda que, geograficamente separados. Esses círculos estruturam os vários agentes e locais compreendidos no circuito espacial da produção, permitindo uma colaboração competente e coordenada (Castillo; Frederico, 2010).

Elias (2011) ressalta que as RPAs são os recentes arranjos produtivos completamente vinculados ao agronegócio globalizado e, portanto, ligados a redes agroindustriais, tendo, em sua composição, tanto o ambiente rural quanto o urbano, os quais recebem significativos investimentos privados e permitem inserir vários ramos do agronegócio no contexto.

A reformulação da produção agropecuária exerce forte pressão sobre os espaços agrícolas e urbanos distantes das grandes metrópoles, formatando novos arranjos territoriais fortemente baseados no agronegócio (Elias, 2011).

Para Silveira (2016), a modernização do agronegócio no Brasil tem resultado em mudanças significativas na organização, equipamento e uso do território pelos diversos atores sociais envolvidos. No entendimento de Santos e Silveira (2001) e Silveira (2016), as transformações podem ser observadas no processo em curso de urbanização nas áreas rurais por meio da disseminação do consumo produtivo rural, na redefinição da abrangência territorial dos círculos de cooperação e dos circuitos espaciais de produção, e no incremento da complexidade da divisão territorial do trabalho entre o campo e a cidade, bem como entre as cidades que participam do processo de agroindustrialização e comercialização da produção agrícola.

Um importante ponto destacado por Elias (2011) é que a estrutura das RPAs não se limita às fronteiras político-administrativas oficiais e, desta forma, é muito comum uma mesma RPA ser formada por municípios de diferentes estados. Apesar de, muitas vezes, não haver reconhecimento oficial, várias delas são reconhecidas pelas populações locais e empresas que operam nas áreas correspondentes. Dentro dessas delimitações, existem partes dos circuitos espaciais da produção e círculos de cooperação relacionados a commodities agrícolas importantes, o que destaca a dinâmica territorial do agronegócio.

Dentro dessa dinâmica, Santos e Campos (2020) ressaltam que a soja, principal *commodity* do agronegócio brasileiro, segue avançando em novos territórios, onde muitos definem, na literatura, como fronteiras agrícolas. Os autores citam que, apesar da forte concentração de plantio nas regiões Sul e Centro-Oeste, a sojicultura começa a seguir para frações de regiões rurais do país que, historicamente, não se destacam como produtores da oleaginosa, mas que têm surgido como áreas de grande potencial agrícola para a incorporação dessa *commodity*. Para esses autores,

o fortalecimento da soja no território nacional e sua expansão são em função do uso de tecnologia de alto nível, o que permite o desenvolvimento econômico não só localmente, mas regionalmente.

Assim, esses autores destacam que a sojicultura anseia sempre por abarcar novas regiões potenciais. Deste feito, surge a região do SEALBA, um acrônimo para uma grande faixa de terras contíguas situadas nos estados de Sergipe, Alagoas e Bahia, com uma extensão total de 5,15 milhões de hectares e que tem se revelado como uma área com enorme potencial para cultivo de soja (SANTOS; CAMPOS, 2020).

Já em 1999, Carvalho et al. (1999) apontaram que na localização dos tabuleiros costeiros, dos quais o SEALBA faz parte, havia um grande potencial para a produção de milho, não só pela diversidade de solos e clima, mas pela observação de um crescimento da demanda, em razão da alta densidade demográfica e do incremento da produção de suínos e aves, gerando ótimas oportunidades para a produção deste cereal em Sergipe e Alagoas, considerando na época a possibilidade de diminuição de custos de compra do grão, por parte dos granjeiros locais.

Silva (2021) cita que, em função de condições edafoclimáticas ótimas e uma localização estratégica para a produção de grãos, o SEALBA tem se destacado no cenário atual brasileiro com possibilidade de crescimento, não somente para a sojicultura, mas para o milho, o que, segundo Henrique (2019); Silva (2021), essa região pode se tornar um importante polo de produção de grãos no Brasil, colaborando para o desenvolvimento econômico e social do Nordeste do país.

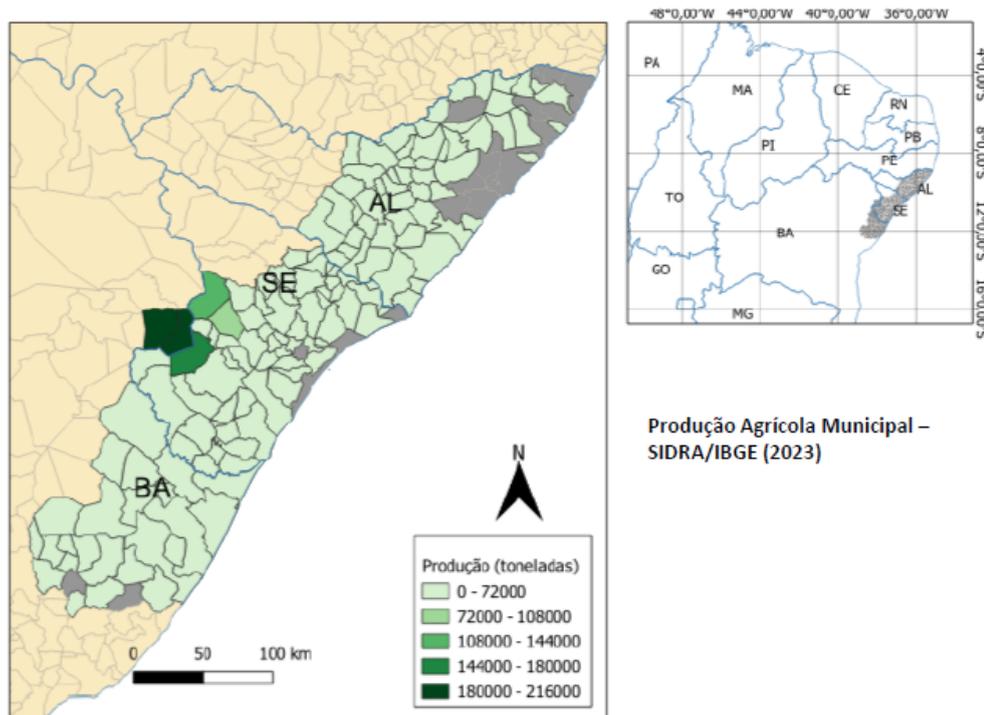
A delimitação do potencial agrícola para o SEALBA foi fundamentada na faixa de precipitação média entre 450 e 1400 mm, abrangendo o período de abril a setembro. Essa amplitude pluviométrica apresenta a capacidade de fornecer água de maneira adequada para diversas culturas de grãos, tais como milho, feijão, sorgo, arroz, entre outras. Além disso, destaca-se o potencial de expansão racional para o cultivo de outras variedades agrícolas dentro dessa faixa de precipitação (FARIAS *et al.*, 2023; PROCÓPIO *et al.*, 2019).

De acordo com o IBGE (2023), os municípios do SEALBA produziram em torno de 1,36 milhão de toneladas entre milho e soja, sendo o milho o principal produto (1,35 milhão de toneladas). Os municípios de destaque na produção são: Ajustina/BA (216

mil toneladas), Paripiranga/BA (205 mil), Simão Dias/SE (156 mil) e Carira/SE (140 mil). A Figura 1, representa o mapa de produção total de milho e soja, com dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (2023), referente à safra 2022/23.

Os municípios de Alagoas, como Anadia, Limoeiro da Anadia, Junqueiro, Jundiá, Porto de Pedras, São Miguel dos Campos, começam a surgir como potenciais produtores de soja, além do próprio milho. Isto porque, segundo Procópio *et al.* (2019), a crise do setor sucroenergético alagoano vem promovendo um apoio do governo local para incentivar o plantio dessas duas culturas. Santiago *et al.* (2019) ratificaram essa informação, visto que pontuam uma redução do número de usinas sucroalcooleiras em atividade, caindo de 23, em 2000, para 16, em 2016.

**Figura 1. Mapa da produção de milho e soja no SEALBA – safra 2022/23**



Fonte: IBGE (dados), elaborado pelo autor

Outro ponto a se destacar que é apresentado na Figura 1 é a curta distância entre os municípios pertencentes ao SEALBA e a região litorânea dos três estados, o que permite possibilidades de incremento da produção, com vistas ao mercado externo, dada às curtas distâncias de acesso aos portos da Região Nordeste, comparativamente a outras regiões produtoras.

Procópio *et al.* (2022) informaram que, em 2016, em virtude dos bons resultados das pesquisas com soja na região, as primeiras portarias referentes ao Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) foram publicadas indicando a possibilidade da produção de soja em municípios do SEALBA. A região considerada passou a fazer parte da macrorregião sojícola cinco. Com isso, segundo os autores, a região do SEALBA tem despertado interesses de produtores rurais, inclusive do Oeste Baiano, que veem a possibilidade de se ter duas safras de soja/ano no estado, uma de primavera-verão no Cerrado e outra de outono-inverno no SEALBA.

Segundo Silva *et al.* (2022), a predominância da agricultura de subsistência na SEALBA, liderada por famílias de agricultores de baixa renda, caracteriza-se pelo uso limitado ou inexistente de tecnologias avançadas, com foco principal no cultivo de milho, feijão e mandioca. Entretanto, a introdução de culturas como a soja pode representar uma oportunidade significativa para ganhos socioeconômicos dos produtores (Silva *et al.*, 2022; Procópio *et al.*, 2019).

Segundo Procópio *et al.* (2019), uma das vantagens comparativas da Região do SEALBA são os portos localizados dentro da região do SEALBA, um em Maceió –AL, outro em Barra dos Coqueiros - SE e outros dois que se situam muito próximos ao território. Essa proximidade permite a redução significativa do custo do frete das áreas agrícolas do SEALBA até os terminais portuários, aumentando o lucro com a exportação de grãos. Além disso, destaca-se a proximidade com o setor de produção animal, bem como a presença de fortes agroindústrias na região, diminuindo o custo logístico para atendimento da forte demanda por esse setor.

Dentre as limitações citadas por Procópio *et al.* (2019), chama atenção a presença de poucas unidades de armazenamento e de secagem de grãos, bem como poucas cooperativas de produtores rurais.

## **2.2 Armazenagem agrícola e capacidade estática de armazenagem no contexto da produção de grãos no Brasil.**

Gergin *et al.* (2023) afirmaram que o setor agrícola, que desempenha um papel fundamental na satisfação das necessidades nutricionais, constitui a principal fonte de matérias-primas para muitos outros setores, corroborando com Shukla *et al.* (2017), quando ressaltaram que a agricultura desempenha um papel significativo no

desenvolvimento econômico de qualquer país e que o aumento do uso de ferramentas e técnicas científicas na agricultura tem levado a um aumento na produção de alimentos em todo o mundo.

Do ponto de vista tecnológico, a agricultura no Brasil vem passando por um alto processo evolutivo. Neste contexto, as modificações oriundas dessa modernização do setor agropecuário nacional no decorrer das últimas décadas têm favorecido o incremento da produção, em especial, os principais grãos produzidos no Brasil, principalmente a soja, o milho e o trigo. (Baroni *et al.*, 2017).

Diante do aumento da produção, há, também, a necessidade por locais onde esses produtos possam ser armazenados e conservados por um período maior (Baroni *et al.*, 2017). Ponto de vista similar tiveram Brandão *et al.* (2018) ao afirmar que é indispensável a armazenagem desde a colheita do grão no campo até a sua comercialização para o consumidor final.

Segundo Singh, Chaudhary e Saxena (2018), os armazéns desempenham um papel crucial em uma rede de cadeia de suprimentos, seja em mercados locais ou globais.

Para Syafrianita *et al.* (2023), ao longo da história do comércio mundial, se observou uma evolução significativa nas atividades logísticas, compreendendo as áreas de armazenagem, distribuição e transporte. Os centros logísticos, dos quais as estruturas de armazenagem fazem parte, tornaram-se elementos estratégicos de importância significativa, desempenhando papéis cruciais tanto nas etapas iniciais quanto nas finais dos processos de cadeia de suprimentos de diversas empresas.

Para Cicolin; Oliveira (2016), o armazenamento desempenha um papel estratégico no setor agrícola, ao oferecer a possibilidade de receber e preservar a produção com vistas à distribuição equilibrada ao longo do tempo, corrigindo os efeitos da sazonalidade, sustentando a demanda durante o ano, o que contribui para manter a estabilidade nos preços e dos custos de transporte.

Carvalho, Fillipi e Guarnieri (2021) e Bowersox e Closs (2001) citam que a armazenagem oferece benefícios significativos para toda a cadeia produtiva. Dentre os benefícios, pode-se destacar a consolidação de cargas, que resulta na redução das

quantidades de produtos nos depósitos e na centralização das cargas em um único local, o que contribui para a diminuição dos custos logísticos.

Já Gergin e Peker (2019) citam que uma das principais atividades no âmbito da logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos é o armazenamento. Esse processo engloba todas as operações relacionadas ao manuseio de mercadorias no armazém ou no centro de distribuição, incluindo a recepção, a estocagem, a recolha de encomendas, a acumulação, a triagem e a distribuição, afirmação que corrobora com Onut, Tuzkaya e Dogac (2008) que afirmaram que a armazenagem, bem como toda a movimentação de benfeitorias dentro dos armazéns e centros de distribuição, promove uma importante conexão entre ofertantes, indústria, distribuidores e clientes. Segundo Ulutas *et al.* (2021), os armazéns são estruturas que influenciam toda uma cadeia de suprimentos por conseguir ligar compradores e vendedores, por atender de forma rápida, a necessidade do demandante, podendo reduzir custos.

Para Ferrari (2006), os armazéns podem ser categorizados com base nas características regionais, incluindo unidades em fazendas, unidades coletoras, unidades subterminais e terminais, bem como a categoria adicional de unidades intermediárias, que integram coleta e subterminais. Na mesma linha de argumentação, Oliveira *et al.* (2016) pontuaram que as unidades coletoras, frequentemente utilizadas por grupos de produtores, estão na proximidade das áreas de produção, como por exemplo, unidades armazenadoras das cooperativas e complexos de armazéns, localizadas no Sul e Centro Oeste. As unidades subterminais ficam próximas aos principais sistemas rodoviários e têm a capacidade operacional de receber produtos das unidades coletoras e fazendas, realizando também escalonamento em terminais portuários. Já as unidades terminais estão localizadas em centros consumidores, portos e no setor de agronegócio.

Apesar desses grandes avanços do agronegócio brasileiro e, por sua vez, o crescimento da produção, este setor enfrenta um cenário de déficit de armazenamento (Cicolin; Oliveira, 2016; Cima *et al.*, 2020). Isto porque, segundo Baroni, Benedeti e Seidel (2017), apesar dessa produção estar crescendo significativamente, sua capacidade de armazenagem não segue no mesmo ritmo. Soma-se a isso que no país ainda há déficit histórico na relação produção/armazenagem, esse o problema é intensificado.

No Brasil, grande parte dos grãos colhidos nas lavouras é rapidamente direcionada ao armazenamento em unidades localizadas fora das propriedades rurais, deslocando-se para armazéns de cerealistas, *tradings* ou diretamente para o porto, gerando problemas adicionais ao agronegócio nacional devido ao aumento de custo de transporte (Patino *et al.*, 2013).

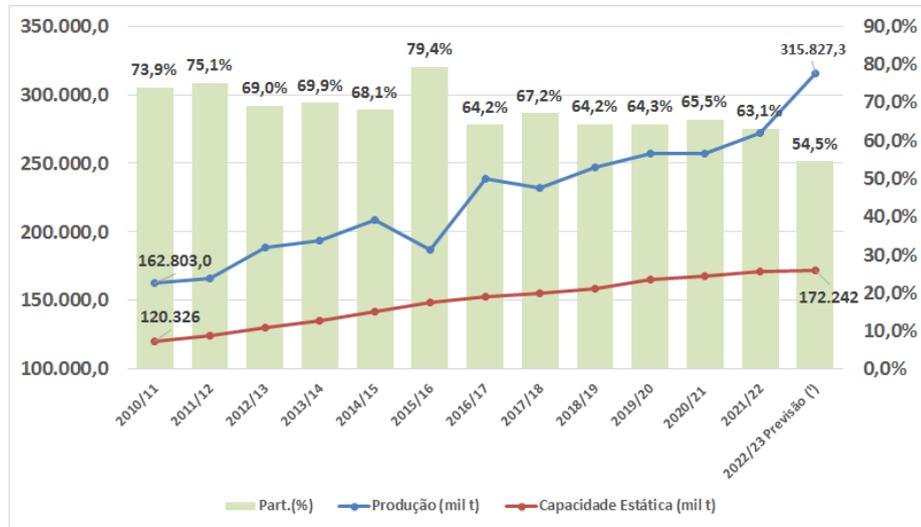
Isto porque o sistema de armazenagem nacional tem pouca concentração de armazéns em fazendas. Cima *et al.* (2020) citam que, em 2012, segundo dados da Associação de Empresas Cerealistas do Brasil (ACEBRA), somente 14% da produção de grãos no país era depositada em armazéns ao nível de fazenda, enquanto nos Estados Unidos e Argentina esse valor variava de 30 a 60%. Baroni, Benedeti e Seidel (2017) ressaltam que nem 20% dos grãos produzidos são armazenados nas propriedades rurais. Os autores afirmam que esta situação prejudica os produtores, porque faz com que, em diversas situações, percam a autonomia na hora da venda de seus produtos, forçando-os a comercializá-los em períodos de safra, em que o preço normalmente é menor do que o de entressafra.

Segundo Ballou (2006), existem quatro motivos fundamentais para a utilização de um sistema de armazenagem: 1) diminuir as despesas com transporte e manuseio; 2) organizar a oferta e a demanda; 3) auxiliar no processo de produção; 4) contribuir na comercialização dos produtos.

Cicolin e Oliveira (2016) afirmam ainda que a localização dos armazéns no país é inadequada, já que estão em locais próximos às cidades, sendo que o ideal seria que estas instalações se concentrassem dentro das propriedades e na zona rural.

De acordo com Cima *et al.* (2020), essa baixa concentração de armazéns nas propriedades rurais parece sugerir que os produtores rurais preferam recorrer a cerealistas, cooperativas e outros ao invés de estocar seus grãos dentro da propriedade. Os autores veem uma certa coerência nesta prática, tendo em vista que supõem que o relacionamento entre os produtores rurais com cerealistas e cooperativas deve envolver baixo custo de armazenagem, o que viabiliza a utilização desta forma de armazenagem.

**Figura 2. Evolução da produção brasileira de grãos e da capacidade estática**

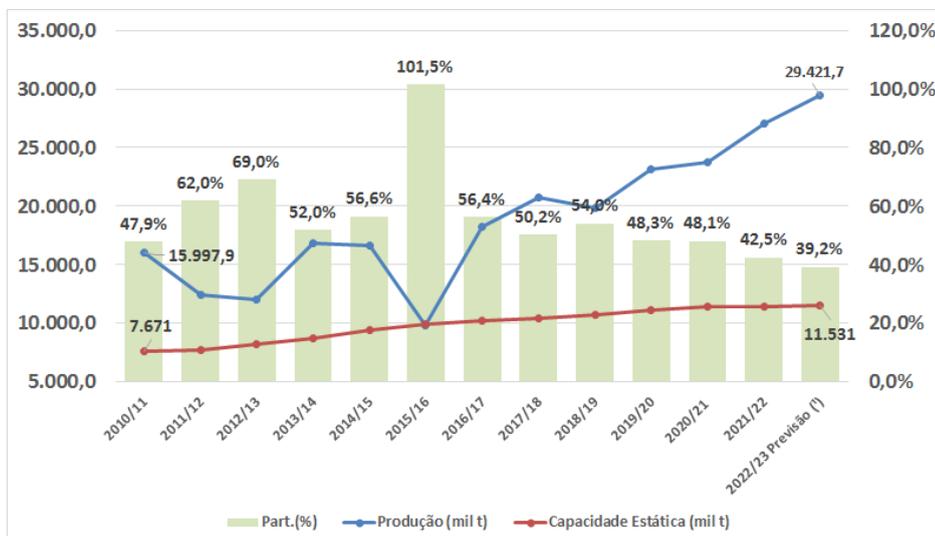


Fonte: CONAB, 2023

Na Figura 2, de acordo com os dados da CONAB (2023a), observa-se que o volume de produção de grãos está bem acima da evolução da capacidade estática, visto que, na safra 2022/23, a produção de grãos estimada até junho de 2023 é de 315,8 milhões de toneladas e a capacidade estática de armazenagem de grãos chegou a 172,2 milhões de toneladas.

Se for comparada com a evolução da produção de grãos da safra 2010/11 até o momento atual, a capacidade estática, de fato, não acompanhou esta evolução no mesmo ritmo, vez que, proporcionalmente, caiu de 73,9 para 54,5% em relação ao volume produzido.

**Figura 3. Evolução da produção de grãos no Nordeste e da capacidade estática**



Fonte: CONAB, 2023

No caso da Região Nordeste do país, onde se situam os estados pertencentes ao SEALBA, a situação é ainda mais drástica. Ainda que tenha evoluído em volume ao longo das últimas treze safras, a capacidade estática corresponde, segundo a CONAB (2023), a apenas 39,2% da produção regional dos grãos, levando à necessidade de mais investimentos em unidades armazenadoras, já que essa região tem um forte potencial de crescimento, como visto na Figura 3.

Patino *et al.* (2013) afirmaram que a falta de investimentos na infraestrutura de armazenamento representa uma ameaça ao desenvolvimento do agronegócio, pois uma capacidade de armazenamento limitada força o produtor a comercializar imediatamente a produção após a colheita.

Vaz, Gimenes e Borges (2020) seguem na mesma linha de raciocínio ao pontuar que os agricultores são, então, obrigados a vender os grãos imediatamente após a colheita, quando os preços tendem a ser mais baixos. Além disso, durante a temporada de colheita no Brasil, é comum que os agricultores enfrentem escassez de caminhões para transportar os grãos para instalações de armazenamento ou portos, o que aumenta os custos de transporte.

Em que pese os desafios enfrentados no transporte da produção agrícola e no déficit de capacidade estática do sistema de armazenagem no país, a ausência de locais apropriados para armazenar os produtos impede a plena obtenção de algumas vantagens e benefícios proporcionados pelo armazenamento (Filippi *et al.*, 2018).

### **2.3 Logística de escoamento da produção e localização dos armazéns.**

Cicolin e Oliveira (2016) ressaltam que as deficiências do sistema logístico impactam demasiadamente a eficiência do setor produtivo agrícola, incluindo a formação de preço, tendo em vista que um alto custo logístico pesa negativamente sobre as cotações, bem como a própria competitividade do agronegócio nacional no mercado externo. Os autores citam que a descentralização e a distância das zonas de produção até os portos, principalmente no caso do escoamento dos grãos, tendo em vista seu baixo valor agregado, necessitam de uma estrutura logística (transporte e armazenagem) bem mais eficiente.

Gaban *et al.* (2017) comentaram que cadeias de produtos agrícolas, como soja e milho, têm a necessidade de uma logística eficiente para o seu escoamento. Isto porque, segundo Oliveira *et al.* (2021), Roulet, Caixeta-Filho e Yoshizaki (2016), em diversas situações encontradas no país, o modal rodoviário de transporte é a única opção, devido à falta de vias navegáveis e ferrovias de rotas mais longas e mais próximas.

Oliveira *et al.* (2015) mencionam que o custo logístico no Brasil onera os grãos movimentados devido à predominância de rodovias em condições precárias, baixa eficiência e falta de capacidade ferroviária e um volume alto de burocracia nos portos.

Nos últimos anos, as movimentações de milho e soja em direção aos portos saíram de 3,4 milhões em 2010 para 30 milhões de toneladas em 2023, utilizando o modal hidroviário, e de 22,3 milhões para 56,0 milhões de toneladas, nesta série histórica, pelo modal ferroviário, de acordo com a Conab (2024).

Corroborando com esse ponto, Milanez (2014) ressaltou que no Brasil, os custos logísticos têm fundamental importância na formação dos preços finais dos produtos, devido, sobretudo, à dispersão espacial da produção e bem como do mercado nacional, além das longas distâncias referentes ao comércio interno e aos pontos de exportação.

O aumento da competitividade da produção agropecuária brasileira ocorrerá somente através de investimentos e soluções dos principais problemas de infraestrutura logística, como: déficit da capacidade estática de armazenagem, melhoria dos processos e sistemas portuários, aprimoramento dos outros modais de escoamento da produção (ferroviário e hidroviário), redistribuindo a matriz brasileira de transporte de cargas (Cicolin; Oliveira, 2016).

Os gastos associados ao transporte das safras têm representado um desafio para o Brasil converter as vantagens comparativas na produção em competitividade durante a comercialização. Isso se deve principalmente à predominância do modal rodoviário na logística de movimentação de produtos, o que resulta em uma diminuição da lucratividade dos produtores agrícolas devido aos custos elevados de transporte (Oliveira *et al.*, 2015).

Cicolin e Oliveira (2016) , divulgando os dados da Confederação Nacional de Transportes - CNT (2014), afirmaram que a matriz de transportes brasileira possuía 64% do total da carga geral escoada no país, faz-se por meio do modal rodoviário, apenas 22% pelo ferroviário, e 14 %, apenas, utilizando hidrovias, diferenciando-se bastante de países como os Estados Unidos e a Rússia, onde essa distribuição entre os diferentes modais: rodovia, ferrovia e hidrovia era de 32%, 43%, 25% e 8%, 81%, 11%, respectivamente.

Conforme salientado por Kerbache e Smith (2004) e Oliveira *et al.* (2015), é uma realidade comum em muitas cadeias de suprimentos a existência de uma dispersão geográfica significativa entre os pontos de produção e consumo, fato que demanda o transporte de produtos por extensas distâncias. Deste feito, a gestão eficaz dos custos de transporte pode desempenhar um papel crucial na rentabilidade do empreendimento.

Amaral, Almeida e Morabito (2012), e Oliveira *et al.* (2015) ressaltam que as rotas intermodais oferecem vantagens em diversas circunstâncias, sobretudo na exportação de produtos agrícolas. Entretanto, a efetiva redução dos custos logísticos está condicionada à presença de infraestruturas que viabilizem o transbordo de carga e a integração eficaz entre os diferentes modos de transporte disponíveis.

Para aprimorar a situação do transporte de cargas no Brasil, é crucial explorar as capacidades do modal rodoviário, que embora tenha custos elevados para trajetos longos, destaca-se pela flexibilidade e elevada disponibilidade de veículos em grande parte do país. Além disso, é essencial integrar os modais ferroviário e hidroviário, os quais se mostram economicamente eficientes em distâncias extensas, apesar de apresentarem rigidez ou limitações de alcance em diversas áreas do território nacional. Essa interconexão dos modais, conhecida como intermodalidade, faz-se cada vez mais necessária, como afirma Bizerra (2010).

Para Jacyna-Golda e Izdebski (2017), o principal objetivo de se determinar uma localização das unidades armazenadoras é o de que os custos decorrentes do escoamento de um volume específico de mercadorias aos clientes sejam os menores possíveis.

Já Kubáňová e Kubasáková (2021) afirmaram que o empreendedor, no intuito de abrir um novo negócio ou expandir, ou ainda planejar tornar um já existente mais

eficiente, precisa saber escolher o local certo deste negócio, do centro de distribuição ou do armazém. Esse processo é conhecido na literatura como alocação. Ainda, segundo os autores, a alocação pode ser determinada como um processo de indicação da localização de um armazém, empresa, equipamentos, produção, indivíduos, animais, entre outras coisas.

Em seu artigo, Ozsen, Coullard e Daskin (2008) esclarecem, sob a ótica de gestão da cadeia de suprimentos, que este processo de gerenciamento de logística é definido pelo conselho de profissionais de gerenciamento da cadeia como “a parte do gerenciamento que planeja, implementa e controla o fluxo direto e reverso eficiente e eficaz e o armazenamento de produtos, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de destino”. Estes autores também pontuam que a otimização do sistema logístico como ferramenta pode resultar em ganhos de economia, por minimização dos custos de armazenagem e transporte, podendo gerar impactos bastante positivos.

Bingqing e Liting (2020) acreditavam que a localização da unidade armazenadora afeta diretamente o sistema logístico completo e que o local onde instalar um armazém pode economizar em custos efetivamente, promovendo uma ação coordenada em produção e consumo, bem como assegurando o desenvolvimento balanceado do sistema logístico.

No processo de decisão sobre a localização de um armazém, é necessário ponderar sobre o volume de material armazenado e sua capacidade de escoamento, tamanho e direção de rotas de movimentação de cargas, os custos envolvidos na operação do armazém, o custo de sua construção e a natureza do produto estocado (Kubáňová; Kubasáková, 2021).

Gergin *et al.* (2023) ainda citam que a escolha de uma localização apropriada é uma questão complexa que requer do tomador de decisões um volume significativo de informações, incluindo a rede de distribuição entre os pontos de oferta e demanda, a quantidade de carga, passageiros, serviços, além de dados sobre a disponibilidade de recursos, custos de investimento e proximidade de outras instalações.

Bayrakçı e Baykoç (2023) pontuaram que o problema de seleção de localização de armazéns tem como objetivo o melhor local e o quantitativo ideal de estruturas. Ao

tomar a decisão de escolha correta, as empresas podem conquistar maiores lucros e aumentar sua participação de mercado.

Em outro argumento, Berger, Coullard e Daskin (2007) relatam que escolher a localização das instalações dentro de uma rede de distribuição é uma escolha importante, dado que interfere não apenas a lucratividade de uma empresa, mas também sobre a sua competência em satisfazer os clientes.

Como já foi ressaltado, além das questões que envolvem a alocação de uma unidade armazenadora, o custo de transporte é bastante significativo neste processo decisório. Em diversas situações, os polos de oferta e demanda de uma cadeia de suprimentos estão geograficamente bem distantes uns dos outros. Assim, ter o controle dos custos de transporte pode ser primordial para a rentabilidade do empreendimento (Amaral; Almeida; Morabito, 2012).

No seu trabalho, Khaengkhan *et al.* (2019) pontuaram que, ao escolher a localização de um armazém, é de fundamental importância estar atento à proximidade das matérias-primas e à facilidade de acesso, tamanho do terreno, preço do terreno, custos de mão de obra, diversos modos de transporte utilizados para acessar a área e distância das matérias-primas até a região. Ou seja, diversos critérios podem influenciar na tomada de decisão sobre qual o local do negócio, pois a localização é de extrema importância para as atividades da organização, como planejamento de transporte, investimento e receita.

#### **2.4 Modelos de localização para unidades armazenadoras.**

Segundo Singh, Chaudhary e Saxena (2018), os armazéns desempenham um papel crucial em uma rede de cadeia de suprimentos, seja em mercados locais ou globais. A localização dos armazéns na rede de cadeia de suprimentos influencia diretamente a eficiência e a rapidez das operações.

A seleção de localização de instalações, sobretudo estruturas de armazenagens, questões ambientais, oportunidades de emprego e uma estratégia de desenvolvimento econômico equilibrado, estão entre os temas a serem considerados nos processos de tomada de decisão (Gergin *et al.*, 2023).

Daskin (2008) apresentou a taxonomia de modelos de localização. Como forma de aplicabilidade destas ferramentas, o autor cita que podem ser utilizadas para

localização de armazéns, de bases de serviços médicos de emergência (EMS), quartéis de bombeiros, escolas, hospitais, reservas ambientais, hubs de companhias aéreas e pontos de descarte de lixo.

Daskin (2008) ressalta que a teoria e modelagem de localização têm suas bases no trabalho pioneiro de Weber (1969), que estudou o problema de localizar uma única instalação visando minimizar a distância total do transporte entre o local da unidade instalada e o destino de um conjunto de clientes.

Na sua descrição, Daskin (2008) citou 05 modelos:

- Os modelos analíticos, onde as demandas são distribuídas continuamente em uma região e que as unidades podem estar situadas em qualquer espaço dentro da região;
- Os modelos de rede, onde os estabelecimentos são alocados em uma rede composta de nós e links. Geralmente para problemas em redes especialmente estruturadas, como árvores;
- Os modelos discretos, onde as distâncias ou custos entre qualquer par de nós podem ser arbitrários e as demandas geralmente surgem nos nós e as instalações são limitadas a um grupo finito de localizações candidatas;
- Os modelos de localização discreta, subdividem a classe em três grandes áreas: com base na cobertura (as demandas precisam ser atendidas para serem contadas como “cobertas” ou “atendidas adequadamente), na mediana (minimizam a distância média ponderada pela demanda entre um nó de demanda e a instalação à qual ele está atribuído) e outros modelos;
- E por último, o modelo de p-dispersão, que maximiza o distanciamento mínimo entre qualquer par de instalações.

De acordo com Sun, Wu e Chen (2017), as pesquisas que têm como objetivo estudar a localização de centros de distribuição tem análises qualitativas e quantitativas. Segundo estes autores, as análises quantitativas incluem principalmente o método do centro de gravidade, o método P-mediano, métodos de programação matemática, tomada de decisão multicritério, algoritmos heurísticos e simulação.

Em seu trabalho para propor um sistema de distribuição, Berger, Coullard e Daskin (2007) propôs a utilização de um modelo baseado no problema de roteamento de localização (LRP), no intuito de minimizar o custo total, selecionando um subconjunto de instalações candidatas e determinando um conjunto de rotas de entrega que satisfizessem as seguintes restrições:

- As demandas dos clientes não excedem o número de veículos ou capacidade das instalações;
- O número de veículos, comprimentos de rota e tempo de duração de rota não excedem os limites especificados;
- Início e fim na mesma instalação.

Para Wasiak *et al.* (2016), o problema de localização de unidades armazenadoras na malha logística é uma questão de otimização multicritério que depende de critérios quantitativos e qualitativos, que podem ser diferenciados por:

- Despesas: de mão de obra, de transporte, de armazenamento, impostos;
- Características da mão de obra: qualificada e disponível;
- Infraestrutura: existência de modais de transporte, de boa qualidade e confiáveis;
- Mercado: proximidade com clientes, fornecedores ou produtores;
- Macroambiente: políticas do governo.

Gergin *et al.* (2023) também afirmaram que isto é um problema de tomada de decisão multicritério (MCDM, acrônimo em inglês), visto que envolve uma grande variedade de critérios qualitativos e quantitativos. Tal afirmação é similar à de Ulutaş *et al.* (2021), onde, por haver mais de uma alternativa e mais de um critério a serem levados em conta na escolha da localização de um armazém, esse problema pode ser solucionado por meio da utilização de métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM).

Todos estes modelos levam em consideração questões de localização especificamente para atendimento de demanda. Por isso, Ozsen, Coullard e Daskin (2008), afirmaram em seu artigo que o objetivo da maioria dos modelos de localização é a minimização da localização fixa da instalação e dos custos de transporte,

ignorando os custos relacionados ao estoque, ou seja, levam-se em consideração apenas aspectos relacionados ao fluxo de escoamento.

Neste sentido, Ozsen, Coullard e Daskin (2008) apresentaram em seu trabalho o modelo de localização de armazém capacitado com agrupamento de riscos (CLMRP), que incorpora decisões de estoque em um modelo de localização/alocação, cujo objetivo é minimizar a soma da localização fixa da instalação, transporte e custo de carregamento de estoque.

Os modelos de localização podem trabalhar com as mais diversas variáveis e inúmeras restrições, no intuito de minimizar custos ou maximizar lucro. Alguns trabalhos, nos seus modelos de otimização, têm levado em consideração critérios de sustentabilidade, que no caso podem utilizar modelos matemáticos multiobjetivos para o enfrentamento destas questões em cadeias de abastecimento de alimentos (Mogale *et al.*, 2022).

## **2.5 Métodos multicritérios de apoio à decisão.**

De acordo com Roy e Vanderpooten (1997), desde o início da década de 60, a análise multicritério de apoio à decisão tem evoluído consideravelmente. Segundo Rodrigues *et al.* (2012), desde a Segunda Guerra Mundial, visando ter uma abordagem científica à tomada de decisões militares, no campo da pesquisa operacional, muitos modelos matemáticos têm sido desenvolvidos no âmbito dos problemas de decisão.

Neste processo evolutivo, várias correntes de pensamento surgiram, destacando distintas abordagens e, de maneira mais abrangente, diferentes perspectivas em relação à maneira de facilitar ou contribuir para a tomada de decisão. (Roy; Vanderpooten, 1997).

Rodrigues *et al.* (2012) ressaltam que o trabalho publicado por Bernard Roy em 1977 definiu os alicerces para a primeira metodologia de análise de múltiplos objetivos, o que mais tarde gerou o método do grupo ELECTRE (*Elimination et Choix Traduissant la Réalité* - Eliminação e Escolha Refletindo a Realidade).

De acordo com Lootsma (1990), o fundador da escola francesa é Bernard Roy, que desenvolveu uma série de métodos ELECTRE (Roy, 1968, 1985, 1989) e inspirou muitos cientistas, principalmente em regiões de língua francesa, a conceberem

métodos relacionados, como o PROMÉTHÉE (Brans *et al.*, 1984). A escola americana é influenciada pelo trabalho de Keeney e Raiffa (1976), que segundo Rodrigues *et al.* (2012), publicaram um livro no qual se inseria no processo de tomada de decisão, situações com múltiplos objetivos.

O método ELECTRE é consideravelmente mais difundido na Europa do que nos Estados Unidos. Aqueles que o apoiam argumentam que seu conceito de "superação" é mais aplicável em situações práticas do que o conceito de "dominância restritiva". Ele obtém dos tomadores de decisão, para cada par de alternativas, um índice de concordância e discordância. (Zanakis *et al.*, 1998).

Em 1977, Thomas L. Saaty publicou um artigo definindo um método de tomada de decisão multicritério por meio de escala de julgamento de matrizes de comparação par a par de uma estrutura hierárquica, o qual ficou conhecido como *Analytic Hierarchy Process* (AHP), consolidando, em 1990, seu método ao definir a base axiomática desta teoria, mostrando uma série de aplicações práticas dessa metodologia e que passa a ser utilizado não só nos Estados Unidos, mas em outros países (Rodrigues, *et al.*, 2012).

Lootsma (1990) concluiu, em seu artigo, que a escola francesa modela a subjetividade do julgamento humano por meio de sistemas parciais de relações binárias de superação entre as alternativas e por um sistema global de relações de superação. Por sua vez, a escola americana constrói funções de valor parciais no conjunto de alternativas, assim como uma função de valor global. No ponto de vista do autor, embora a escola americana produza resultados mais fáceis de manejar na tomada de decisões reais, os fundamentos apresentados, naquele momento, eram desnecessariamente fracos.

Para Ozernoi e Gaft (1979), os desafios fundamentais que surgem ao construir modelos para problemas multicritério são decorrentes das dificuldades em obter as informações essenciais para o desenvolvimento desses modelos. Em muitos casos, uma lista abrangente de alternativas viáveis não está disponível; os critérios que definem a qualidade das alternativas são parciais ou desconhecidos; algumas ou todas as escalas de critérios ainda não foram estabelecidas; as estimativas não foram obtidas para todas as alternativas em termos das escalas de critérios; as preferências do tomador de decisão não são conhecidas; e/ou a regra de decisão necessária para a ordenação ainda não foi formulada.

As abordagens multicritérios são maneiras de modelar os processos de tomada de decisão que englobam: a decisão a ser feita; as variáveis desconhecidas que podem influenciar os resultados; os potenciais cursos de ação; e os resultados correspondentes. (Neves; Galhardi; Lucato ,2021)

Jamwal *et al.* (2021), além de pontuarem que problemas de tomada de decisão multicritério possuem cinco elementos essenciais, tais como: preferências de especialistas, problema a ser estudado (objetivo), alternativas disponíveis, opções de critérios e resultados, também classificaram o MCDM em três tipos: a tomada de decisão multiobjetivo (MODM, sigla em inglês), a tomada de decisão multiatributo (MADM, sigla em inglês) e a junção dos dois.

Os MADM são projetados para encontrar as melhores alternativas ou para ordenar as opções disponíveis com base na relevância de seus objetivos. Este método é utilizado para resolver problemas que envolvem selecionar um número finito de alternativas viáveis (Jamwal *et al.*, 2021).

Já MODM consiste em um grupo de objetivos que não podem ser atingidos ao mesmo tempo. No geral, é focado em espaços de decisão contínuos, possui várias funções objetivas e pode ser resolvido com modelos matemáticos de programação (Ribeiro, 1996).

Roy (1996) definiu as problemáticas de decisão em quatro categorias:  $P.\alpha$ ,  $P.\beta$ ,  $P.\gamma$  e  $P.\delta$ . Segundo Roy (1996), o propósito de  $P.\alpha$  é apoiar o tomador de decisão na seleção de um conjunto mínimo, de modo que uma única ação possa ser eventualmente escolhida. Este conjunto compreende ações consideradas "melhores" (ótimas) ou possivelmente ações "satisfatórias" (soluções satisfatórias). Portanto,  $P.\alpha$  é uma problemática de seleção ou escolha.

Em relação à  $P.\beta$ , o objetivo é auxiliar o tomador de decisão por meio de uma classificação que leva a uma atribuição de cada ação a uma categoria predefinida com base em normas específicas que regem o desfecho final das ações atribuídas. Desta feita,  $P.\beta$  é uma problemática de classificação ou método de atribuição.

O propósito de  $P.\gamma$  é ajudar o decisor através de um ranking que classifica todas as ações, ou apenas as consideradas "mais atraentes", em classes de equivalência que são ordenadas total ou parcialmente de acordo com as preferências.  $P.\gamma$ , então, configura-se como uma problemática resulta de ordenação.

O objetivo de P.5 é auxiliar o tomador de decisão na elaboração de uma descrição das ações e suas consequências utilizando terminologia apropriada. Isso culmina em uma problemática de descrição ou método cognitivo.

Segundo Neves *et al.* (2021), os principais modelos da escola americana são o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e o MAUT (*Multiattribute Utility Theory*). Já na escola francesa se destacam as famílias ELECTRE e o PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*).

Este último, segundo Brans, Vincke e Marechal (1986), faz parte da família dos métodos de superação, em que os autores consideraram um conjunto de ações (K) no qual uma função  $f_i$  ( $i = 1, \dots, k$ ), onde k os critérios é que são maximizados. Para isso, o método tem duas fases: a construção de uma relação de superação no conjunto de ações (K) e, posteriormente, a exploração desta relação em ordem para dar resposta à função de maximização.

Cavalcante e Almeida (2005) trabalharam no PROMETHEE com uma nova tradução, consideraram como uma supra classificação, exigindo conceitos de atribuição de pesos de cada critério, valor ou desempenho da alternativa em função dos critérios, o fluxo de saída e de entrada e grau de supra classificação para cada par de alternativas. Neste sentido, o método foi evoluindo, permitindo variações que atendem, geralmente, problemáticas de escolha e ordenamento (classificação), de diversas complexidades que enfrentam os tomadores de decisão.

Em seu livro, Ishizaka e Nemery (2013) afirmam que os métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA) foram desenvolvidos para apoio aos tomadores de decisão, dentro do seu processo de decisão único e pessoal, e que esse processo não é automático, nem define a mesma solução para todo tomador de decisão, pelo contrário, leva-se em consideração o caráter de subjetividade de cada tomador de decisão.

Os autores deste livro estudaram os MCDA sob a perspectiva das problemáticas encontradas para as tomadas de decisão, conforme as apresentadas por Roy (1996). Neste contexto, Ishizaka e Nemery (2013) definiram alguns dos principais métodos, de acordo com as problemáticas, como evidenciado no Quadro 1:

**Quadro 1. Tipos de problemáticas para definição do método multicritério a ser utilizado**

Tipo de Problemática				
Método Multicritério	Problemática de escolha (P.α)	Problemática de classificação (P.β)	Problemática de ordenação (P.γ)	Problemática de descrição (P.δ)
	AHP ANP MAUT/UTA MACBETH PROMETHEE ELECTRE I TOPSIS Goal Programming DEA	AHP ANP MAUT/UTA MACBETH PROMETHEE ELECTRE III TOPSIS DEA	AHP - Sort UTADIS FlowSort ELECTRE Tri	Gaia FS-Gaia

Fonte: Ishizaka; Nemery (2013, p 4)

De acordo com a Tabela 1, o AHP e ELECTRE e suas variações, são os métodos multicritérios que podem ser utilizados nas maiorias das problemáticas, com exceção da problemática de descrição (P.δ). Contudo, para a problemática de escolha (P.α) e classificação (P.β), métodos como TOPSIS, DEA, PROMETHEE e MACBETH, também surgem como opções aos tomadores de decisão.

### 2.5.1 Analytic Hierachy Process (AHP)

Um questionamento apontado por Saaty (1977) foi de que um problema fundamental da teoria da decisão, à época, era de como atribuir pesos para um conjunto de atividades de acordo com a importância. Este autor, portanto, passou a estudar um processo de tomada de decisão multicritério através da medição em uma estrutura hierárquica.

Saaty (1977) definiu, em primeiro lugar, que para cada atividade pode haver um conjunto de objetivos e para cada objetivo isolado, há uma estrutura hierárquica. O objetivo do trabalho foi definir um método de escala de pesos para cada nível hierárquico com respeito ao elemento com o nível mais elevado. Além da definição da referida escala, o trabalho apresentou um sistema de matrizes de comparação par a par, a luz da hierarquia anterior, sendo o início do método *Analytic Hierachy Process* (AHP).

Em seu artigo, Vargas (1983), introduziu uma nova abordagem para predição e previsão com base no Processo de Hierarquia Analítica (AHP) desenvolvido por Thomas L. Saaty. Esta abordagem sugeria ser possível prever o futuro de um sistema, como a economia ou o mercado de ações, avaliando os fatores que podem impactá-lo. Essa avaliação se realiza através de julgamentos baseados na experiência,

sentimentos e informações subjetivas, podendo também ser apoiada por dados quantitativos também.

Harker (1987) afirmou que o AHP tinha duas vantagens sobre outros métodos multicritérios: a facilidade de uso e a capacidade de lidar com inconsistências de julgamentos, pois ao fazer comparações par a par, o método incorpora as inconsistências do processo. No entanto, no entendimento deste autor, a principal desvantagem do AHP era o elevado volume de trabalho despendido para realizar todas as comparações em pares necessárias. Assim, o autor propôs um método matemático de encurtamento do processo de comparação em pares.

Em outro artigo, Saaty (1990), cita que no método AHP, após a seleção dos fatores, há uma organização de uma estrutura hierárquica descendente que abrange desde um objetivo geral até critérios, subcritérios e alternativas em níveis sucessivos.

Para Partovi e Burton (1992), O emprego do AHP envolve três passos fundamentais: (1) a decomposição de um problema de decisão inserido em um modelo de hierarquia; (2) a utilização de comparações par a par para avaliar a importância relativa dos diversos pontos em cada nível hierárquico; e (3) a combinação das comparações em pares para formar uma avaliação abrangente das alternativas de decisão (matrizes).

Assim como Saaty (1990), Arslan (2020) também utilizou essa sistemática, em seu artigo de localização de armazéns, onde afirma que o início do método de Análise Hierárquica (AHP) consiste na identificação do problema. Após esse passo, estabelece-se uma estrutura hierárquica chamada de modelagem, permitindo a divisão do problema em vários níveis, no qual o objetivo final do problema está no topo, e os critérios e as alternativas estão no nível mais baixo. Posteriormente, são calculadas as matrizes de importância relativa para cada critério, por meio de comparações binárias (par a par) utilizando escalas aceitas na literatura.

Os critérios podem ser divididos em subcritérios para uma análise mais refinada, e podem ser objetivos ou subjetivos, depende da contribuição na avaliação de cada item abaixo destes na hierarquia (Partovi; Burton, 1992).

Liu et al. (2008) afirmaram que o resultado obtido através do processo AHP consiste em uma "pontuação" em uma escala de proporção. Essa pontuação viabiliza

a comparação entre diferentes opções e proporciona uma perspectiva sobre seus méritos relativos.

A escala de Saaty (1990), ficou definida da seguinte forma, conforme descrito na Tabela 1:

**Tabela 1. Escala fundamental para julgamento de comparações par a par.**

<b>Escala numérica</b>	<b>Escala conceitual</b>	<b>Descrição</b>
1	<b>Igual</b>	Os dois elementos contribuem igualmente para o objetivo.
3	<b>Moderada</b>	O elemento comparado é ligeiramente importante ao outro.
5	<b>Forte</b>	A experiência e o julgamento favorecem o elemento em relação ao outro.
7	<b>Muito Forte</b>	O elemento comparado é muito mais forte em relação ao outro, e tal importância pode ser observada na prática.
9	<b>Absoluta</b>	O elemento comprado apresenta o mais alto nível de evidência possível a seu favor.
2,4,6,8	<b>Valores intermediários entre dois julgamentos, utilizados quando o decisor sentir dificuldade ao escolher entre dois graus de importância adjacentes</b>	

Fonte: Saaty (1990, p.15)

Partovi e Burton (1992) entenderam que esta escala atenuava a influência da incerteza nas avaliações, pois não respondia significativamente a pequenas variações nas preferências do tomador de decisão.

Segundo Saaty (1990), a tomada de decisão requer a realização de compensações expressas por meio de operações aritméticas sobre os pesos utilizados para representar julgamentos. O tipo de cálculo matemático aplicado a esses pesos é um ponto crucial em problemas multicritério, já que a liberdade para somar e multiplicar medidas nem sempre está presente.

Na literatura, esta etapa do método AHP, foi definida como: matrizes de comparação em pares e produção de um conjunto de pesos para cada nível (Partovi; Burton, 1992) ou cálculo da importância relativa das matrizes (Arslan (2020) ou vetores prioritários calculados com base na matriz de vetor prioritário (Bayrakçı; Baykoç ,2023).

Jato-Espino *et al.* (2014) ressaltaram que o AHP se destaca por poder ser usado sozinho ou combinado, dada a sua facilidade de aplicação e, por isso, pode-se combinar facilmente o AHP com outros métodos multicritérios.

O cálculo da consistência (CR) nas matrizes de comparação é realizado para avaliar a consistência dos tomadores de decisão ao realizar comparações binárias. O

que se espera é que esse valor seja menor que 0,1, e a consistência da matriz cresce à medida que se aproxima de zero (Arslan, 2020).

Como o AHP depende da participação de especialistas e *stakeholders* para os julgamentos, pode haver um certo grau de inconsistência. Harker (1987) afirmou que as pessoas, agindo de forma unilateral, raramente são consistentes em seus julgamentos. Por isso, Saaty e Vargas (2012) pontuaram que deve haver uma certa tolerância para aceitação de determinado parâmetro de inconsistência.

Souza, Oliveira e Souza (2024) ressaltaram que Saaty e Vargas (2012) propuseram o Índice de Consistência (IC) com a Equação (1) com vistas a estabelecer limites aceitáveis.

$$IC = |(\lambda_{max} - n)| / (n - 1) \quad (\text{Equação 1})$$

Em que (n) representa a ordem da matriz, e  $\lambda_{max}$  (Equação 2), o estimador de autovalor máximo de julgamentos paritários.

$$\lambda_{max} = T.w \quad (\text{Equação 2})$$

No qual (T) é o somatório das colunas das matrizes e (w) é o autovetor normalizado para  $\sum v_i = 1$ .

Continuando, Saaty e Vargas (2012); Souza, Oliveira e Souza (2024), a gravidade da inconsistência diminui à medida que a ordem da matriz de julgamentos aumenta. Portanto, visando possibilitar a avaliação da inconsistência com base na ordem máxima da matriz de julgamento, os autores propõem o cálculo da Razão de Consistência (RC), conforme apresentado na Equação (3).

$$RC = IC / IR \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo que IR é um índice randômico gerado para uma matriz recíproca, com elementos não negativos obtidos de forma randômica, apresentado por Saaty (1987)

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>IR</i>	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

*n* = ordem da matriz

Em que pese a preocupação da consistência da matriz de julgamento, Saaty (2003) afirmou que a AHP permite a inconsistência, tendo em vista que os seres

humanos são mais propensos a serem inconsistentes cardinalmente do que consistentes, já que não conseguem estimar precisamente os valores de mensuração, principalmente se tratando de problemáticas intangíveis.

Bernasconi, Choirat e Seri (2010) corroboram com essa premissa ao citar que o AHP reconhece que as pessoas podem estar sujeitas a erros e inconsistências aleatórias.

Segundo Aczél e Saaty (1983), quando há vários tomadores de decisão em um processo de AHP, normalmente, espera-se que cheguem a um consenso por meio de um debate. Quando não for possível, faz-se necessário sintetizar os julgamentos individuais, que consiste em agregar esses pontos, a fim de se chegar a uma decisão de grupo unificada.

Forman e Peniwati (1998), propuseram dois modelos de agregação: a Agregação de Julgamentos Individuais (AJI) e Agregação de Prioridades Individuais (API). Conforme explicado pelos autores, para a escolha da metodologia, três perguntas devem ser feitas: se o grupo é sinérgico ou apenas um conjunto de indivíduos, sobre o procedimento matemático que deve ser usado, média geométrica ou aritmética, conforme proposto no trabalho de Ramanathan e Ganesh (1994) e se os dados individuais são ou não ponderados igualmente, como obter os pesos e como incorporá-los à agregação.

Leal (2020) concordou com a afirmação de Aczél e Saaty (1983) sobre a dificuldade do consenso quando há vários tomadores de decisão e um número elevado de comparações a serem feitas. Por isso, propôs uma variação da AHP que diminui a quantidade de comparações para cada critério ou entre critérios, fazendo comparações apenas entre um elemento e todos os outros. O autor recomendou que o elemento escolhido como base seja um de importância aparentemente maior, aquele cuja inconsistência na avaliação fosse o menos provável em uma aplicação completa do método.

#### 2.5.1.1 AHP e localização de armazéns.

Em sua pesquisa de revisão sistemática, Gergin e Peker (2019) concluem que trabalhos sobre localizações de armazéns (de todos os tipos) tem aumentado bastante, mostrando, no meio acadêmico, maior consciência sobre essa problemática. Dentre os principais modelos de tomada de decisão multicritério para localizações de

armazéns utilizados, dentro de um período de 1996 a 2019, foram o AHP, o *Analytic Network Process* (ANP) e o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

De acordo com Emeç e Akkaya (2018), diversos modelos de apoio à tomada de decisão multicritério já foram usados para solução de problemas de localização de armazéns, tais como: AHP, TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), ELECTRE, metodologia da Teoria Grey, entre outros.

Para Ulutaş *et al.* (2021), existe uma lacuna na aplicação de novos métodos de tomada de decisão multicritério para o problema de seleção de localização, visto que, de acordo com os autores, a maioria dos estudos na literatura utilizou métodos tradicionais de tomada de decisão multicritério, como AHP e TOPSIS. A AHP é uma abordagem de medição que se fundamenta na avaliação de pares comparativos. Nesse processo, são empregados valores de avaliação para expressar uma escala.

A AHP constitui um método que integra o conhecimento, a experiência e a perspectiva do especialista (Souza; Oliveira; Souza, 2024).

Singh, Chaudhary e Saxena (2018), ressaltaram que AHP é apropriado para situações em que o problema de tomada de decisão pode ser decomposto em critérios, subcritérios e alternativas. Todavia, nesse método, são feitas comparações de pares em todos os níveis da hierarquia, o que torna mais complexa a aplicação do AHP à medida que o número de alternativas e critérios aumenta.

Em muitos casos, problemas de seleção e classificação incluem critérios qualitativos, os quais podem ser abordados de forma mais eficaz ao se considerarem quantidades difusas. Por essa razão, vários autores têm utilizado uma abordagem difusa integrada à AHP para solucionar esse tipo de situação (Shukla; Hota; Sharma, 2017).

Bingqing e Liting (2020) usaram o método AHP para definir para uma empresa chinesa de logística qual dos cinco armazéns existentes deve ser transformado em centro de distribuição, baseando-se em cinco critérios, como foco em investimento e distância de centros consumidores.

Já Mohan e Naseer (2022) optaram pelo método AHP para definição de localização de porto seco, com os critérios identificados com suporte do método de pesquisa Delphi entre os tomadores de decisão.

Estes critérios podem variar de pesquisa para pesquisa, mas segundo Erdogan e Ayyildiz (2022), a seleção dos critérios para decisão de localização necessita de uma avaliação simultânea de diferentes fatores como: custo de investimento, mão de obra disponível, disponibilidade, condições dos sistemas de transporte, arcabouço legal, funcionalidade do local, acessibilidade eficiente e custos de aluguel mais reduzidos.

Além da situação abordada de uma variação do AHP, diversos autores têm utilizado combinações ou comparações de metodologias com o AHP para tomada de decisão de localização de armazéns. Souza, Oliveira e Souza (2024) utilizaram o AHP juntamente com Sistema de Informação Geográfica (SIG), para determinar a melhor localização de armazéns agrícolas na Região do MATOPIBA, incorporando de aspectos ambientais e de infraestrutura na análise espacial de sistemas logísticos, resultando em uma localização estratégica dos armazéns, com maior eficiência e menor impacto ambiental.

Ulutaş *et al.* (2021) ao estudar a utilização de algumas variações do método Grey, para determinar a localização de armazém mais apropriada para um supermercado, propuseram, entre outras, uma combinação entre esse método e o AHP.

Velasquez e Hester (2013) e Hervas-Peralta *et al.* (2019) afirmaram que a principal desvantagem do AHP reside no fato de que interdependências entre variáveis podem ocasionar inconsistências na hierarquização de critérios, resultando em uma ordenação de prioridade inconsistente.

Shukla, Hota e Sharma (2017) utilizaram o método Fuzzy AHP, aplicando a Análise de Extensão de Chang (1992), obtendo os números triangulares Fuzzy (TFN, acrônimo de *Triangular Fuzzy Numbers*), visando amenizar o impacto da subjetividade dos especialistas, para definir a localização dos armazéns agrícolas diante de três alternativas com três critérios.

Singh, Chaudhary e Saxena (2018) utilizaram a mesma metodologia para determinar a melhor localização para instalação de armazém para peças automotivas com foco no mercado exportador para o Irã. Eles utilizaram quatro alternativas, três critérios com três subcritérios cada. O diferencial se deu no fato de que nesta pesquisa usaram a análise de sensibilidade para observar o resultado em diferentes cenários.

Em um artigo para determinação de localização de armazéns para um supermercado, Emeç e Akkaya (2018) utilizaram dois métodos em conjunto: o AHP estocástico, que seguiu o modelo proposto por Jalao, Wu e Shunk (2014), que para diminuir as imprecisões dos tomadores de decisão, converte os pesos calculados nas matrizes em distribuição  $\beta$ , bem como a utilização de um modelo de programação não linear para maximizar as preferências dos tomadores de decisão e o Fuzzy VIKOR. “Enquanto o SAHP é utilizado para a ponderação na determinação dos critérios, a técnica Fuzzy VIKOR, pertencente às técnicas de tomada de decisão multicritério Fuzzy, é empregada para a classificação das alternativas” (Emeç; Akkaya, 2018, p.962).

Gergin *et al.* (2023), em seu estudo de localização de unidades armazenadoras para oleaginosas na Turquia, trabalharam com o método Delphi para a escolha dos critérios, os métodos AHP e TOPSIS integrados com p-mediana e painel de análise de dados, onde os critérios foram ordenados de acordo com o AHP, e as províncias com maior potencial de armazenamento de oleaginosas foram identificadas por meio do TOPSIS. A quantidade de armazéns de oleaginosas e suas respectivas localizações foram determinadas utilizando a técnica p-Mediana.

### **3 METODOLOGIA**

Este capítulo corresponde à metodologia da pesquisa. Realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com vistas a buscar o que há de mais recente, nos diversos periódicos nacionais e internacionais, com relação à tomada de decisão de localização de armazéns por meio de AHP, bem como as lacunas e oportunidades de pesquisa.

O item 3.2 apresenta a metodologia para realização de um AHP tradicional e uma variação (AHP + Matriz de Decisão), definindo o quanto e quais seriam os critérios e subcritérios, bem como o meio para definição das alternativas, visando

encontrar a melhor localização de um armazém graneleiro na Região do SEALBA, bem como o ranqueamento dessas alternativas.

Assim, a classificação quanto à forma deste trabalho é tanto quantitativa quanto qualitativa.

Além disso, pode ser definida como um estudo de caso, visto que o objetivo da pesquisa pretende estudar sobre questões (critérios) que envolvem a melhor localização de unidades armazenadoras em uma região onde há deficiência deste tipo de infraestrutura.

Com este estudo, pretende-se entender, também, quais os principais critérios que podem ser utilizados para a tomada de decisão em relação à construção de uma infraestrutura desse porte. Corroborando com a definição de Yin (2001), que em um estudo de caso se colocam questões do tipo “como” e “porque” para serem respondidas e é focado em um fenômeno contemporâneo (definir a localização mais apropriada de uma estrutura de armazenagem em uma região deficitária como a do SEALBA) inserido no contexto da produção crescente na região.

Para atendimento do objetivo deste trabalho, foram utilizados dois modelos de análise multicritério. Como suporte no quantitativo de critérios, subcritérios e alternativas, utilizou-se o Princípio de Pareto, por meio do diagrama, calculado em MS Excel, visando excluir os critérios e subcritérios menos relevantes.

A classificação da pesquisa quanto à natureza é aplicada, visto que tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática voltados às soluções de definição de locais onde posicionar armazéns em regiões de fronteira agrícola, como o SEALBA, conforme conceituação descrita por Silva e Menezes (2005).

Também é uma pesquisa exploratória, pois visa explorar as possibilidades de localização de armazéns em uma região de potencial crescimento.

Resumindo, o trabalho é um estudo de caso, de abordagem dedutiva, de natureza aplicada. O procedimento técnico utilizado foi a revisão sistemática de literatura, buscando o que há de mais recente sobre a metodologia AHP e localização de armazéns e/ou centros de distribuição. Em relação ao objetivo é uma pesquisa exploratória e na sua forma pode ser classificada como uma qualiquantitativa, conforme apresentado no Quadro 2:

**Quadro 2. Definições para classificação deste trabalho conforme objetivo geral.**

PESQUISA	CLASSIFICAÇÃO	MODALIDADE
MÉTODO	DE ABORDAGEM	DEDUTIVO
	DE PROCEDIMENTO	COMPARATIVO
CLASSIFICAÇÃO	NATUREZA	APLICADA
	OBJETIVOS	EXPLORATÓRIA
	FORMA	QUALIQUANTITATIVA
	PROCEDIMENTOS TECNICOS	ESTUDO DE CASO E DE CAMPO
COLETA DE DADOS	QUESTIONÁRIO/PESQUISA BIBLIOGRAFICA	
ANÁLISE DE DADOS	ESTATÍSTICA (MÉDIA)/ANALISE DE MÉTODO MULTICRITÉRIO	

Fonte: Autor

### 3.1 Revisão sistemática de literatura (RSL)

Para esta pesquisa, utilizou-se do protocolo de Cronin, Ryan e Coughlan (2008) para levantar as informações e cumprir o objetivo do estudo, composto pelas seguintes etapas:

(a) Formulação da questão de pesquisa: O que se tem de mais atual sobre a utilização da metodologia AHP na tomada de decisão multicritério para localização de armazéns?

(b) Definição dos critérios de inclusão e exclusão: as bases científicas utilizadas foram Web of Science, ScienceDirect e Scopus. Os termos utilizados na busca e operadores booleanos foram: ("AHP" OR "*Analytic Hierarchy Process*") e AND (*warehouse AND location*). As buscas foram feitas no título, resumo e palavras-chave;

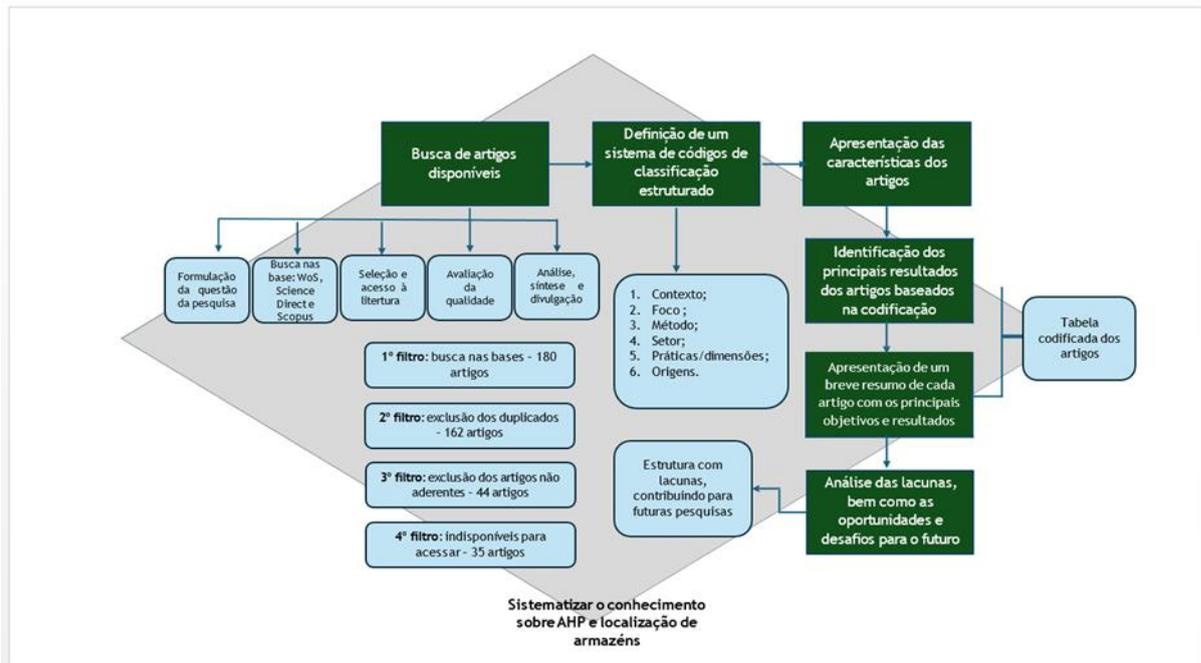
(c) Seleção e acesso à literatura: Foi feita uma restrição de período de 07 anos, 2017 a 2023, para todas as bases. Esse recorte temporal deve-se ao fato de haver poucos periódicos encontrados nas bases em intervalos menores, como 05 anos, por exemplo. No *Web of Science*, como o interesse da pesquisa era com o que se tem de mais recente sobre o assunto, focando em artigos, anais e artigos de revisão e, assim, foram identificadas 36 referências. Na base *Science Direct*, a restrição adotada foi para artigos de revisão e de pesquisa, com acesso aberto, e nas áreas de engenharia, ciência da computação, ciência de decisão, negócios, gestão e contabilidade e ciências agrícolas e biológicas, totalizando 96 referências. Por fim, no *Scopus*, foram encontradas 48 referências, filtrando apenas artigos de pesquisa e anais. Portanto, se chegou a um total de 180 referências;

(d) Avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão: As bases foram transferidas para os softwares Excel e Mendeley, onde foram excluídos os duplicados (18), restando 162 documentos, que foram avaliados conforme seus títulos, resumos, palavras-chave, para que apenas os que possuíam assuntos relacionados ao objetivo deste trabalho fossem considerados para análise. Foi realizada uma análise para certificar se os 157 artigos discutiam questões relacionadas à AHP e localização de armazéns e/ou centros de distribuição, observando que 113 referências não tinham o assunto diretamente relacionado com o tema, restando então 44 documentos. Após, este ponto, foram selecionados os artigos abertos para leitura, restando apenas 35 documentos, que se tornaram a base de dados para a pesquisa;

(e) Análise, síntese e divulgação dos resultados: Para esta análise, foram utilizados os softwares *VosViewer* e o *R*, através do pacote *Bibliometrix*, para analisar os principais indicadores bibliométricos.

Esse processo pode ser representado pela Figura 4.

**Figura 4. Esquema metodológico da pesquisa.**



Fonte: Adaptado de Amui *et al.* (2017).

Após analisar os trabalhos encontrados nas bases de dados, foi elaborado um quadro de classificação, utilizando códigos de números e letras para classificar os

artigos e apoiar a análise dos dados (Tabela 2). As categorias seguem uma adaptação da proposta de Amui *et al.* (2017). As dimensões da classificação foram:

- Contexto nacional analisado nos estudos (1), codificado de A a C;
- Foco na teoria do AHP e localização de armazéns (2), codificado em A e B;
- Método da pesquisa (3), codificado de A a F;
- Setor de análise da pesquisa (4), codificado de A a D;
- Práticas/dimensões utilizadas na pesquisa (5), codificadas de A a C;
- Continente/origem geográfica dos autores e co-autores (6), codificado de A a

E.

**Tabela 2. Classificação e códigos para analisar os estudos**

<b>Classificação</b>		<b>Código</b>
Contexto	Países desenvolvidos	1A
	Países em desenvolvimento	1B
	Países subdesenvolvidos	1C
Foco	Ahp e localização de armazéns como tema principal	2A
	Ahp e localização de armazéns como suporte à teoria	2B
Método	Qualitativo	3A
	Quantitativo	3B
	Conceituais e/ou revisões	3C
	Empírico	3D
	Estudo de caso e/ou entrevistas	3E
	Survey	3F
Setor	Agropecuário	4A
	Industrial	4B
	Atacado/Varejo	4C
	Não se aplica	4D
Práticas/dimensões	Aspectos técnicos	5A
	Aspectos humanos	5B
	Ambos	5C
Origens (continentes)	América	6A
	Europa	6B
	Ásia	6C
	África	6D
	Oceania	6E

Fonte: autor

### 3.2 Elaboração do modelo AHP para localização de armazéns no SEALBA.

A opção pelo estudo na região do SEALBA deve-se sobretudo pelo potencial de crescimento da produção de milho e soja, bem como pela escassez de armazéns nesta região, o que, de acordo com Procópio *et al.* (2019), é um fator limitante.

Neste sentido, como foi apresentado no capítulo anterior, diversos trabalhos foram publicados com foco em metodologias utilizando AHP e suas variações para tomada de decisão sobre localização de armazéns. No entanto, todos apresentaram uma situação em que a região produtora já está consolidada, seja no Brasil, seja em outra parte do mundo, mas não em regiões em desenvolvimento como o SEALBA.

Para atendimento do objetivo geral do trabalho de desenvolver um modelo de apoio à decisão para localização de armazéns graneleiros no SEALBA, pretende-se utilizar o modelo *Analytic Hierachy Process* (AHP), pelo fato de se ter, em primeiro lugar, na questão a ser respondida, uma problemática de escolha e ranqueamento, sendo este modelo bastante utilizado, conforme descrito na Tabela 3.

Em segundo lugar, porque, segundo Singh, Chaudhary e Saxena (2018), a definição de um ponto ótimo para instalação de um armazém depende de muitos critérios, diante de várias alternativas, e o AHP é adequado para esse tipo de tomada de decisão, que pode ser dividido em critérios, subcritérios e alternativas. Gergin e Peker (2019), em seu trabalho de revisão bibliométrica, concluíram que entre os métodos preferidos de MCDM para localização de armazéns, estão o AHP, ANP e TOPSIS.

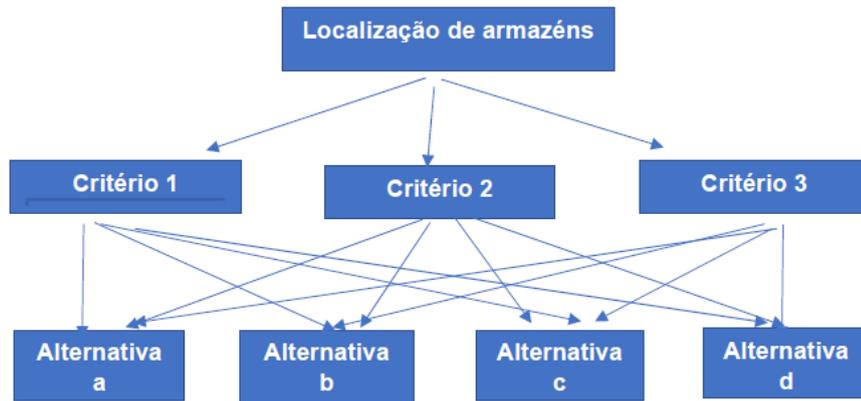
Por último, o AHP é um método de tomada de decisão de fácil compreensão por parte dos decisores, justamente por estruturar os critérios e alternativas em níveis hierárquicos (Oliveira; Oliveira; Souza, 2022; Rosa; Steiner; Colmenero, 2015).

Somando a isso, Favretto e Nottar (2016) pontuaram que a abordagem metodológica do AHP constitui um diferencial competitivo em comparação a outros métodos, uma vez que promove a interação entre diversos agentes envolvidos na tomada de decisão, provenientes de diversas áreas, deixando este modelo muito mais sólido e robusto.

Devido ao fato de que este modelo se baseia na definição de um problema que necessita de uma tomada de decisão, onde segue uma hierarquia de critérios e

alternativas, envolvendo cálculos matemáticos para definição da melhor decisão a ser tomada, entende-se que este obedece a um método de abordagem dedutivo (Figura 5).

**Figura 5. Exemplo de modelo de estrutura hierárquica do método AHP**



Fonte: Autor

Segundo Marconi e Lakatos (2003), argumentos matemáticos são dedutivos. Moresi (2003) sugeriu que o método dedutivo é, em suma, um método racional. Portanto, uma análise de informações e dados com comparações utilizando ferramentas matemáticas, por si só, é uma ferramenta racional.

Nesta pesquisa, serão estabelecidos alguns passos, adaptando a sistematização proposta por Partovi e Burton (1992):

O 1º passo é a definição do problema a ser pesquisado, que é o objeto da tomada de decisão, que é o topo da estrutura hierárquica a ser montada. No caso em questão, esse problema já está definido, que é a melhor localização de uma unidade armazenadora na região do SEALBA.

O 2º passo é o estabelecimento do(s) próximo(s) nível(is) da hierarquia, ou seja, saber quantos e quais os critérios e, possivelmente, os subcritérios. Partovi e Burton (1992) consideravam que o número de critérios deveria ser poucos, no máximo sete, para melhor comparação.

Em seu trabalho, usando o método multicritério AHP, Bingqing e Liting (2020) estabeleceram 05 critérios para definição da melhor escolha de armazéns para atendimento de um setor varejista na China. Já Oliveira, Oliveira e Souza (2020)

estabeleceram três critérios e sete subcritérios para a calcular, por meio do AHP e SIG, a melhor localização de uma planta de usina *flex* de produção de etanol no Mato Grosso. Gergin *et al.* (2023) utilizaram a metodologia Delphi para definição dos critérios, após uma revisão de literatura que apontou 18 critérios e 106 subcritérios para um AHP que definiria a localização de unidades armazenadoras de soja na Turquia. O resultado foi o estabelecimento de 15 critérios.

De posse dos resultados da revisão sistemática de literatura do item anterior, foram identificados os principais critérios e subcritérios presentes nas literaturas mais recentes sobre a utilização de AHP para definição de localização de armazéns (Quadro 3). Esses critérios e subcritérios foram sumarizados, agrupando os que possuíam alguma similaridade conceitual e, posteriormente, submetidos à avaliação e priorização dos especialistas, mediante questionário encaminhado pelo *Google Forms* (Apêndice A).

**Quadro 3. Critérios e subcritérios encontrados em revisão sistemática de literatura sobre utilização de AHP para decisão de localização de armazéns.**

<b>Autores</b>	<b>ano</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Critérios</b>	<b>Sub-critérios</b>
Souza; Oliveira; Souza	2024	Localização de armazéns agrícolas baseada em análise multicritério espacial	Infraestrutura	Proximidade de rodovias
				Proximidade de ferrovias
				Proximidade de hidrovias
				Proximidade de portos e terminais
				Distância de armazéns
			Agroambiental	Produção agrícola
				Exclusão de áreas indígenas
				Exclusão de áreas quilombolas
				Exclusão de unidades de conservação
			Socioeconômico	Índice de atração agropecuária para aquisição de maquinários
				Índice de atração agropecuária para aquisição de insumos
				PIB do agronegócio
Hassan; Chakma; Hasan	2020	An AHP Approach for Cold Storage Warehouse Site Selection: A Case Study in Bangladesh	Acessibilidade da produção ao armazém	Via rodoviária
				Via ferroviária
			Distância	Do armazém para a zona de produção
				Do armazém ao centro de consumo
			Aceitação	Aceitação do governo
				Aceitação da população local
				Aceitação do produto
			Custo	Custo do transporte
				Custo de mão de obra
				Custo de energia
				Custo com seguro
			Segurança	Custo de depreciação
Estatísticas de crimes locais				
Condições essenciais para o armazém	Sistemas de segurança disponíveis			
	Mão de obra qualificada			
	Maquinários e equipamentos			
	Terreno			
Khaengkhan <i>et al.</i>	2019	Comparative Analysis of Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Approach in Warehouse Location Selection of Agricultural Products in Thailand	Valor do terreno do armazém	Sem sub-critérios
			Custo de mão de obra	
			Disponibilidade de matéria prima	
			Facilidade de acesso ao armazém	
			Serviços	
			Distância da origem da matéria prima para o armazém	

**Quadro 3. Critérios e subcritérios encontrados em revisão sistemática de literatura sobre utilização de AHP para decisão de localização de armazéns.**

<b>Autores</b>	<b>ano</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Critérios</b>	<b>Sub-critérios</b>					
Yang; Liu; Zhu	2019	Location problem research of distribution center for agricultural products	Fator Econômico	Custo de transporte Preço da terra					
			Fator ambiental	Status da localização candidata Conveniência de transporte Apoio					
			Instalações públicas	Comunicações Suprimento de água e energia Tratamento de lixo					
			Acessibilidade ao armazém	Sem sub-critérios					
			Custo						
			Mercado						
Karmaker; Saha	2015	Optimization of warehouse location through fuzzy multi-criteria decision making methods	Capacidade de resposta	Tempo de espera e capacidade de resposta Fornecer informação relevante					
			Condição de transporte	Existência de modais de transporte Qualidade do transporte Telecomunicação					
				Fatores relacionados a custo	Custo da terra Custo operacional Custo de mão de obra Custo de transporte				
					Propriedades da localização	Disponibilidade de terra Qualidade e confiabilidade dos serviços Proximidade dos produtores Proximidade dos consumidores			
			Condições de Transporte			Proximidade do centro de distribuição de carga Proximidade com as principais vias estradas intermodalidade			
				Condições Econômicas		Negócios próximos Oferta de mão de obra Utilização das industrias existentes Fatores premium			
					Benefícios ambientais	Desenvolvimento futuro Impactos ecológicos Poluição do ar			
			Guo-qin; Hong-yan			2014	Shanghai Agricultural Products Logistics Distribution Center Location based on Fuzzy AHP	Condições de Transporte	Condições Econômicas

Fonte: Autor

O escopo de especialistas selecionados foram profissionais do ramo da armazenagem, como: pesquisadores do setor, engenheiros civis, agrícolas e agrônomos da Companhia Nacional de Abastecimento que trabalham na área de

armazenagem e os principais stakeholders do setor (produtores rurais, cerealistas, coordenadores de tradings de comercialização de grãos), os quais também colaboraram nas respostas das matrizes de julgamento dos níveis hierárquicos.

Nesta etapa, foram um total de 14 respondentes, sendo sete engenheiros da Superintendência de Armazenagem da Conab, dois analistas da Superintendência Regional de Sergipe, um engenheiro agrônomo, produtor rural e consultor de Sergipe, dois consultores da Bahia, uma Doutora em Armazenagem, um Analista de Logística e Mestre em Transportes da CNA, ou seja, todos com alguma ligação com o setor de armazenagem.

O 3º passo é definir o último ponto da estrutura hierárquica, ou seja, o número de alternativas possíveis, em suma, os locais onde poderão ser posicionados os armazéns.

Um dos pontos de partida é a escolha de alternativas que sejam representativas para a região do SEALBA.

Cabe ressaltar que a utilização de todos os 171 municípios seria inviável em função da quantidade elevada de opções. Definir as alternativas por Unidade da Federação ou mesorregião, por sua vez, já limitaria demais as opções. Deste feito, serão selecionados alguns municípios representativos, em termos de volume produzido de soja e milho, nas microrregiões pertencentes ao SEALBA.

A Região do SEALBA abrange um total de 27 microrregiões, no entanto, as 12 maiores correspondem a 97% da sua produção total de milho e soja na safra de 2022/23, segundo o IBGE (2023). São elas: Carira/SE, Tobias Barreto/SE, Agreste de Lagarto/SE, Sergipana do Sertão do São Francisco/SE, Nossa Senhora das Dores/SE, Boquim/SE, Agreste de Itabaiana/SE, Ribeira do Pombal/BA, Alagoinhas/BA, Entre Rios/BA, São Miguel dos Campos/AL e Arapiraca/AL.

Em que pese o Estado de Alagoas ter uma produção bem menos representativa que Sergipe e Bahia, o potencial desse estado para a produção de soja é bem significativo, tendo em vista as pesquisas que são realizadas com variedades de soja, a exemplo do trabalho de Procópio *et al.* (2022).

Juntas, essas microrregiões possuem 71 municípios, o que ainda seria um quantitativo bastante elevado de opções e talvez não relevante, visto que alguns

desses obtêm uma produção bastante incipiente. Neste sentido, uma das opções deve ser utilizar municípios, dentro das microrregiões, com maior representatividade em produção, conforme Tabela 3, os quais serão estabelecidos como as alternativas, selecionando de acordo com o princípio de Pareto, tanto para a Região do SEALBA, como para as suas representatividades nos estados de Sergipe, Bahia e Alagoas, sendo escolhido pelo menos um município por UF.

**Tabela 3. Principais Municípios produtores de soja e milho na Região do SEALBA.**

MICROREGIÃO E MUNICÍPIO	UF	Área plantada (ha)			Produção (ton)		
		Total	Milho	Soja	Total	Milho	Soja
Carira	SE	27.000	27.000	-	140.940	140.940	-
Frei Paulo	SE	16.500	16.500	-	89.100	89.100	-
Pinhão	SE	6.000	6.000	-	29.520	29.520	-
Pedra Mole	SE	3.100	3.100	-	15.959	15.959	-
Ribeirópolis	SE	3.300	3.300	-	15.246	15.246	-
Nossa Senhora Aparecida	SE	4.200	4.200	-	15.120	15.120	-
Simão Dias	SE	26.000	26.000	-	156.000	156.000	-
Poço Verde	SE	16.000	16.000	-	48.000	48.000	-
Tobias Barreto	SE	1.500	1.500	-	3.220	3.220	-
Lagarto	SE	6.000	6.000	-	33.000	33.000	-
Riachão do Dantas	SE	3.400	3.400	-	18.700	18.700	-
Feira Nova	SE	5.700	5.700	-	20.087	20.087	-
Gracho Cardoso	SE	4.000	4.000	-	14.096	14.096	-
Itabi	SE	1.600	1.600	-	5.632	5.632	-
Nossa Senhora das Dores	SE	4.800	4.800	-	17.184	17.184	-
Cumbe	SE	3.100	3.100	-	10.800	10.800	-
Aquidabã	SE	903	903	-	4.678	4.678	-
São Miguel do Aleixo	SE	700	700	-	2.772	2.772	-
Muribeca	SE	125	125	-	535	535	-
Malhada dos Bois	SE	55	55	-	95	95	-
Itabaianinha	SE	3.200	3.200	-	19.008	19.008	-
Cristinápolis	SE	600	600	-	3.600	3.600	-
Tomar do Geru	SE	600	600	-	3.312	3.312	-
Umbaúba	SE	560	560	-	2.912	2.912	-
Salgado	SE	400	400	-	2.200	2.200	-
Boquim	SE	350	350	-	1.470	1.470	-
Pedrinhas	SE	250	250	-	1.150	1.150	-
Araúá	SE	200	200	-	840	840	-
Macambira	SE	3.000	3.000	-	12.960	12.960	-
Itabaiana	SE	600	600	-	3.000	3.000	-
Campo do Brito	SE	350	350	-	1.470	1.470	-
Malhador	SE	100	100	-	330	330	-
São Domingos	SE	100	100	-	307	307	-

**Tabela 3. Principais Municípios produtores de soja e milho na Região do SEALBA.**

MICROREGIÃO E MUNICÍPIO	UF	Área plantada (ha)			Produção (ton)		
		Total	Milho	Soja	Total	Milho	Soja
Moita Bonita	SE	40	40	-	144	144	-
Areia Branca	SE	10	10	-	32	32	-
Adestina	BA	30.000	30.000	-	216.000	216.000	-
Paripiranga	BA	28.500	28.500	-	205.200	205.200	-
Itapicuru	BA	20.050	20.000	50	59.482	59.340	142
Olindina	BA	3.800	3.800	-	6.342	6.342	-
Inhambupe	BA	8.500	8.500	-	44.336	44.336	-
Rio Real	BA	6.000	6.000	-	35.574	35.574	-
Aporá	BA	1.800	1.800	-	3.418	3.418	-
Crisópolis	BA	1.500	1.500	-	3.219	3.219	-
Aramari	BA	140	140	-	289	289	-
Acajutiba	BA	220	220	-	248	248	-
Alagoinhas	BA	150	150	-	228	228	-
Araçás	BA	70	70	-	104	104	-
Entre Rios	BA	1.800	1.800	-	9.646	9.646	-
Esplanada	BA	900	900	-	3.585	3.585	-
Cardeal da Silva	BA	280	280	-	1.324	1.324	-
Conde	BA	60	60	-	112	112	-
Jandaíra	BA	100	100	-	103	103	-
Anadia	AL	2.210	1.700	510	13.742	11.880	1.862
Junqueiro	AL	580	250	330	1.956	900	1.056
Coruripe	AL	400	400	-	1.600	1.600	-
Campo Alegre	AL	600	350	250	1.411	473	938
Boca da Mata	AL	340	90	250	1.078	203	875
Teotônio Vilela	AL	376	300	76	766	492	274
Jequiá da Praia	AL	150	150	-	253	253	-
Roteiro	AL	8	8	-	16	16	-
São Miguel dos Campos	AL	-	-	-	-	-	-
Limoeiro de Anadia	AL	3.200	2.500	700	11.700	9.500	2.200
Craibas	AL	3.300	3.300	-	2.360	2.360	-
Arapiraca	AL	500	500	-	1.755	1.755	-
Girau do Ponciano	AL	3.000	3.000	-	1.380	1.380	-
São Sebastião	AL	400	400	-	825	825	-
Coité do Nóia	AL	600	600	-	648	648	-
Lagoa da Canoa	AL	900	900	-	547	547	-
Taquarana	AL	1.100	1.100	-	300	300	-
Campo Grande	AL	50	50	-	52	52	-
Feira Grande	AL	40	40	-	36	36	-

Fonte: IBGE (2023)

O 4º passo da pesquisa, para melhor localização de uma unidade armazenadora de grãos na Região do SEALBA, após os julgamentos dos critérios, subcritérios e definidas as alternativas, é a elaboração das matrizes de comparações par a par, onde, de acordo com Souza, Oliveira e Souza (2024); Saaty e Vargas (2012), as prioridades estabelecidas por meio da AHP incorporam medidas subjetivas e objetivas, representando a intensidade da dominação de uma alternativa sobre

outra. As avaliações diretas de comparação são convertidas em valores numéricos em matrizes quadradas, empregando a escala fundamental de valores proposta por Saaty (1990), conforme Tabela 2, que expressam a intensidade dos julgamentos comparativos.

Vaidja e Sumar (2006), apresentando os passos de uma AHP, citaram que cada elemento de um nível deve ser comparado e calibrado por uma escala numérica. Segundo estes autores, o número de comparações/julgamentos é estabelecido pela fórmula  $n(n-1)/2$ , onde  $n$  é o número de elementos.

Supondo que se deseje comparar entre um conjunto de  $n$  elementos ( $A_1, \dots, A_n$ ) em pares, onde são dados pesos  $(w_1, \dots, w_n)$ , conforme a escala fundamental, a matriz de comparação se dá da seguinte forma (SAATY, 1977):

	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$
1	$w_1/w_1$	$w_2/w_1$	...	$w_n/w_1$
2	$w_2/w_1$	$w_2/w_2$	..	$w_2/w_n$
	:	:		:
$n$	$w_n/w_1$	$w_n/w_2$		$w_n/w_n$

Observe que um elemento, quando comparado com ele próprio, recebe o valor de 1. Segundo Saaty (1977), todas as entradas na matriz são positivas e satisfazem uma propriedade de reciprocidade, ou seja,  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  portanto segue o formato da Figura 6, simplificada por Vargas (2010):

**Figura 6. Matriz comparativa (supondo que o critério 1 domine o critério 2)**

	Critério 1	Critério 2
Critério 1	1	Avaliação Numérica
Critério 2	1/Avaliação Numérica (Recíproco)	1

Fonte: Vargas (2010, p. 7)

Essa característica é um dos axiomas que fazem parte da estrutura do AHP, segundo Saaty (1986). Além da reciprocidade positiva, os axiomas ainda destacam: a homogeneidade, que permite a organização das comparações em hierarquias

(agregar ou decompor itens de decisão em níveis hierárquicos), a dependência do nível inferior em relação ao superior e a premissa de que o resultado só pode refletir o que se espera quando a expectativa estiver bem representada na hierarquia (Bernasconi; Choirat; Seri, 2010; Saaty, 1986).

De acordo com Forman e Peniwati (1998), o AHP é baseado na habilidade inerente de um indivíduo de organizar suas percepções ou conceitos em uma estrutura hierárquica, avaliar as relações entre pares de elementos similares em relação a um critério ou propriedade comum, e realizar julgamentos em relação ao grau da importância de um elemento (critério, subcritério e alternativa) em relação ao outro.

O método AHP se destaca em relação a outras técnicas comparativas devido à sua capacidade de converter comparações, frequentemente baseadas em julgamentos empíricos, em valores numéricos. A característica distintiva do AHP é a habilidade de atribuir pesos a cada fator, possibilitando a avaliação individual dos elementos dentro da hierarquia estabelecida (Favretto; Nottar, 2016).

Após montadas as matrizes de comparação par a par, no 5º passo, calculam-se os vetores de prioridades para cada matriz, da seguinte forma (Vargas, 2010):

1. Somam-se os valores dos julgamentos obtidos em cada coluna;
2. Divide-se cada elemento pelo somatório de sua coluna;
3. Calculam-se as médias aritméticas de cada linha;
4. Monta-se um vetor (Eigen ou prioridade) contendo essas médias aritméticas.

No passo seguinte, calcula-se o IC (Índice de Consistência) e, depois, RC (Razão de Consistência) para cada matriz, para observar se os julgamentos estão consistentes e, por fim, calcula-se a prioridade final, que consiste na soma ponderada da multiplicação dos pesos de cada critério e subcritério pelos vetores de prioridade de cada alternativa.

Como citado anteriormente, os especialistas escolhidos, seja do setor público, seja do setor privado, estão relacionados com o setor da armazenagem. Além disso, a maioria do grupo de especialistas seguiu com percepções similares na definição dos critérios da estrutura hierárquica e, por isso, o trabalho não utilizou a agregação das prioridades individualizadas, visto que a decisão do grupo foi mais significativa que a decisão individual. Assim, seguindo a linha de entendimento proposta por Forman e

Peniwati (1998), optou-se pelo método de agregação dos julgamentos individuais (AJI), utilizando a média geométrica, conforme fórmula abaixo:

$$\bar{a}_{ij} = \left( \prod_{m=1}^k a_{ij}^{(m)} \right)^{\frac{1}{k}}$$

Onde:

- $\bar{a}_{ij}$  é o elemento da matriz agregada na posição  $(i,j)$ ;
- $a_{ij}^{(m)}$  é o julgamento do  $m$ -ésimo tomador de decisão para o par  $(i,j)$ ;
- $k$  é o número de tomadores de decisão.

Aull-Hyde; Erdogan e; Duke (2006), Forman e Peniwati (1998) e Aczel e Saaty (1983) reforçam a utilização da média geométrica na agregação dos julgamentos individuais. Forman e Peniwati (1998) afirmaram ainda que, a partir do momento que o julgamento do grupo se torna um novo julgamento “individual”, o requisito de reciprocidade para os julgamentos tem que ser obedecido e a média geométrica garante essa reciprocidade, mas a média aritmética não.

Assim, tem-se a melhor opção de onde posicionar o armazém graneleiro na Região do SEALBA.

Para calcular o AHP, foi utilizado o software MS Excel. Além do cálculo baseado nos pesos das prioridades das alternativas à luz de cada subcritério, após houve julgamento dos especialistas, para definição da melhor escolha de localização de armazém no SEALBA, bem como o ranqueamento das alternativas.

O AHP tem por característica analisar atributos quantitativos e qualitativos, incorporando a experiência das decisões e especialistas, bem como transformar julgamentos meramente subjetivos em um modelo matemático de análise e validação dos dados (Saaty, 1990).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados da Revisão Sistemática de Literatura, onde estão as publicações mais recentes sobre AHP e tomada de decisão na localização de armazéns, constando, os principais países onde se estudam o tema,

os autores mais citados, número de publicações sobre o tema no ano, qual metodologia de pesquisa é a mais usual, os setores econômicos principais, bem como a discussão sobre a importância deste modelo multicritério na decisão de onde posicionar um armazém e as principais lacunas de pesquisa.

Diante desses resultados, inclusive pelas lacunas de pesquisa apresentadas, também, são apresentados os resultados do AHP, com metodologia de escolha de critérios, subcritérios e melhores alternativas para a localização de armazéns graneleiros na SEALBA.

São avaliados os resultados das comparações paritárias dos especialistas, verificadas as inconsistências das matrizes agregadas, bem como o ranqueamento final de duas formas de se fazer o AHP: tradicional e AHP + Matriz de Decisão.

#### 4.1 Análise bibliométrica dos artigos oriundos da revisão sistemática de literatura (RSL) sobre aplicação de AHP na localização de armazéns.

Nesta seção é apresentada a análise da literatura pesquisada, com base em softwares de análise bibliométrica. Na tabela 4, há um quadro com a classificação dos trinta e seis artigos, com seus autores, conforme o ano de publicação.

**Tabela 4. Artigos usados na RSL**

<b>Título</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Citações</b>	<b>Periódico</b>	<b>País</b>	<b>Setor</b>
<b>1. Localização de armazéns agrícolas baseada em análise multicritério espacial</b>	Souza, Oliveira, e Souza (2024)	0	Revista De Economia E Sociologia Rural	Brasil	Agropecuária
<b>2. An integrated modelling approach for an optimal location of warehouses in the defence industry organisation</b>	Bayrakçı e Baykoç (2023)	0	Operations Research And Decisions	Turquia	Indústria bélica
<b>3. Oilseed warehouse location selection with an integrated approach: a case of Turkey</b>	Gergin et al. (2023)	0	Kybernetes	Turquia	Agropecuária
<b>4.A Delphi fuzzy analytic hierarchy process framework for criteria classification and prioritization in food supply chains under uncertainty</b>	Gupta et al. (2023)	0	Decision Analytcs Journal	India	Agropecuária/ Mercado atacadista

Tabela 4. Artigos usados na RSL

<b>Título</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Citações</b>	<b>Periódico</b>	<b>País</b>	<b>Setor</b>
<b>5. A combined fuzzy AHP with fuzzy TOPSIS to locate industrial supporting bonded logistics centers</b>	Syafrianita et al. (2023)	0	Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics And Control)	Indonésia	Industrial
<b>6. A GIS-based AHP approach for emergency warehouse site selection: A case close to Turkey-Syria border</b>	Çetinkaya, Özceylan e Keser (2022)	1	Journal Of Engineering Research	Turquia	Atendimento humanitário
<b>7. Investigation of the pharmaceutical warehouse locations under COVID-19—A case study for Duzce, Turkey</b>	Erdogan e Ayyildiz (2022)	6	Engineering Applications Of Artificial Intelligence	Turquia	Industria farmaceutica
<b>8. Research on warehouse site selection based on analytic hierarchy process: fuzzy comprehensive evaluation method</b>	Liu et al. (2022)	0	Proceedings Of Spie - The International Society For Optical Engineering	China	Cadeia de suprimentos
<b>9. Prioritisation of Dry Port Locations Using MCDM Methods: A Case of Cochin Port</b>	Mohan e Naseer (2022)	0	Journal Of The Institution Of Engineers (India): Series A	India	Exportação
<b>10. A stochastic model for facility locations using the priority of fuzzy AHP</b>	Şekercir e Aydin (2022)	0	Sigma Journal Of Engineering And Natural Sciences	Turquia	Industrial
<b>11. Research on Warehouse Location Selection of Community Group Purchasing Platform</b>	Meng et al. (2021)	1	Iop Conference Series: Earth And Environmental Science	China	Atacado/varejo
<b>12. A multi-criteria optimization study for locating industrial warehouses with the integration of BIM and GIS data</b>	Siahboomy et al. (2021)	9	Architectural Engineering And Design Management	Irã	Industrial
<b>13. Location of freight warehouses facilities: A GIS-based multi-criteria decision analysis</b>	Wazer e Moutaz (2021)	2	Journal Of Physics: Conference Series	Iraque	Distribuição
<b>14. A new integrated grey mcdm model: Case of warehouse location selection</b>	Ulutaş et al. (2021)	14	Facta Universitatis-Series Mechanical Engineering	Turquia	Industrial
<b>15. Application of AHP method for the selection of pharmaceutical warehouse location</b>	Arslan (2020)	4	Ankara Universitesi Eczacilik Fakultesi Dergisi	Turquia	Industrial

Tabela 4. Artigos usados na RSL

<b>Título</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Citações</b>	<b>Periódico</b>	<b>País</b>	<b>Setor</b>
<b>16. An AHP Approach for Cold Storage Warehouse Site Selection: A Case Study in Bangladesh</b>	Hassan, Chakma e Hasan (2020)	0	2020 11th International Conference On Computing, Communication And Networking Technologies, Icccnt 2020	India	Industrial
<b>17. Integrating AHP, Cluster Analysis, and Fuzzy TOPSIS to Evaluate Emergency Warehouse Locations of Mount Merapi Eruption Victims</b>	Sari et al. (2020)	4	International Journal On Advanced Science, Engineering And Information Technology	Indonésia	Atendimento humanitário
<b>18. Prioritizing distribution centers in humanitarian logistics using type-2 fuzzy MCDM approach</b>	Yılmaz e Kabak (2020)	36	Journal Of Enterprise Information Management	Turquia	Atendimento humanitário
<b>19. Study on Warehouse Site Selection based on AHP</b>	Bingqing e Liting (2020)	3	Proceedings - 2020 5th International Conference On Information Science, Computer Technology And Transportation, Isctt 2020	China	Atacado/varejo
<b>20. Literature Review on Success Factors and Methods Used in Warehouse Location Selection</b>	Gergin e Peker (2019)	2	Pamukkale University Journal Of Engineering Sciences-Pamukkale Universitesi Muhendislik Bilimleri Dergisi	Turquia	Atacado/varejo
<b>21. Improving the performance of dry and maritime ports by increasing knowledge about the most relevant functionalities of the Terminal Operating System (TOS)</b>	Hervás-Peralta et al. (2019)	34	Sustainability (Switzerland)	Espanha	Exportação
<b>22. Comparative analysis of multiple criteria decision making (mcdm) approach in warehouse location selection of agricultural products in Thailand</b>	Khaengkhan et al. (2019)	8	International Journal Of Supply Chain Management	Tailândia	Agropecuário
<b>23. Location determination model for depot based capacity on seaweed industry distribution</b>	Nurwandi et al. (2019)	1	Journal Of Physics: Conference Series	Indonésia	Indústrial
<b>24. Location Problem Research of Distribution Center for Agricultural Products</b>	Yang, Liu e Zhu (2019)	1	2019 6th International Conference On Systems And Informatics, Icsai 2019	China	Agropecuário
<b>25. Stochastic AHP and fuzzy VIKOR approach for warehouse location selection problem</b>	Emeç e Akkaya (2018)	37	Journal Of Enterprise Information Management	Turquia	Indústrial

Tabela 4. Artigos usados na RSL

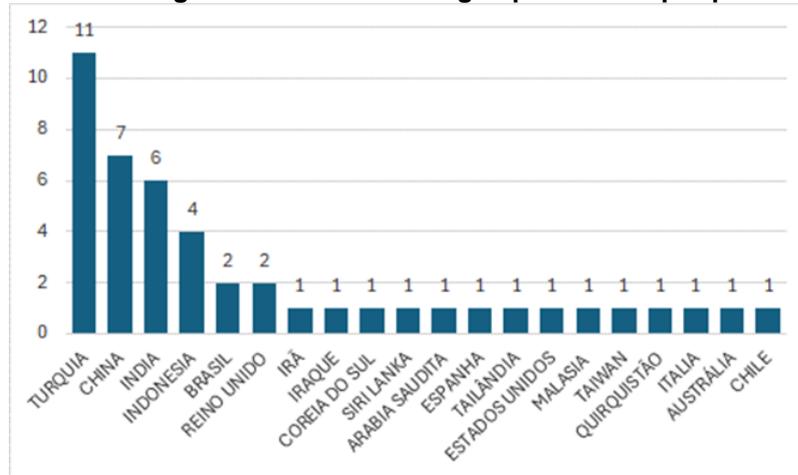
<b>Título</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Citações</b>	<b>Periódico</b>	<b>País</b>	<b>Setor</b>
<b>26. A model to determine relief warehouse location in East Jakarta using the analytic hierarchy process</b>	Hakime Kusumastuti (2018)	7	International Journal Of Technology	Indonésia	
<b>27. Hazardous Materials Warehouse Selection Based on GIS and MCDM</b>	Kabak e Keskin (2018)	19	Arabian Journal For Science And Engineering	Turquia	Indústrial
<b>28. Vessel Spare Parts Distribution Center Location Decision Model for Ship Maintenance Supply Chain</b>	Sirisena e Samarasekera (2018)	3	Proceedings Of The 2018 Ieee International Conference On Service Operations And Logistics, And Informatics, Soli 2018	Sri Lanka	Manutenção maquinário
<b>29. The Pre-positioned Warehouse Location Selection for International Humanitarian Relief Logistics</b>	Roh, Shin e Seo (2018)	27	Asian Journal Of Shipping And Logistics	Coreia do Su	Atendimento humanitário
<b>30. Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study</b>	Singh, Chaudhary e Saxena (2018)	41	Iimb Management Review	India	Atacado/varejo
<b>31. Group heterogeneity in multi member decision making model with an application to warehouse location selection in a supply chain</b>	Dey et al. (2017)	56	Computers And Industrial Engineering	India	Cadeia de suprimentos
<b>32. Multicriteria decision making based solution to location selection for modern agri-warehouses</b>	Shukla, Hota e Sharma (2017)	6	Proceedings Of The International Conference On Inventive Communication And Computational Technologies, Iccict 2017	India	Agropecuário
<b>33. Applying analytic hierarchy process to solve distribution center location based on CFLP model</b>	Sun, Wu e Chen (2017)	3	Proceedings Of The 2017 Ieee 2nd Information Technology, Networking, Electronic And Automation Control Conference, Itnec 2017	China	Atacado/varejo
<b>34. Research on the location of the hazardous chemical distribution center under the supply chain environment</b>	Wang (2017)	1	Chemical Engineering Transactions	China	Indústrial
<b>35. Sustainable decision making for joint distribution center location choice</b>	He et al. (2017)	75	Transportation Research Part D: Transport And ENVIRONMENT	China	Atacado/varejo

Fonte: Autor

Nota-se que a maioria dos artigos buscados sobre o tema é de origem da Turquia (11), seguido pela China (7), Índia (6) e Indonésia (4) (Figura 7). A maioria dos artigos foi publicada em periódicos voltados para as áreas de engenharia,

computação, pesquisa operacional e logística. No entanto, não foi observado mais de um artigo publicado em um único periódico.

**Figura 7. Número de artigos publicados por país**



Fonte: autor

Na Tabela 5, os artigos foram classificados, de acordo com a metodologia proposta por Amui *et al.* (2017). Essa classificação servirá de base para análise das lacunas de estudos futuros sobre o tema da utilização do AHP na localização de armazéns/centros de distribuição.

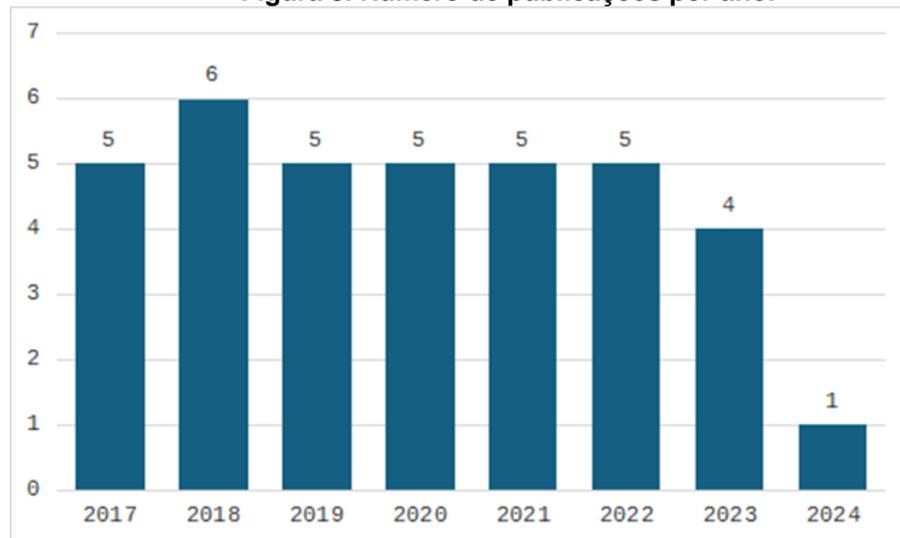
**Tabela 5. Resultados da classificação por artigo analisado**

Artigo	Contexto	Foco	Método	Setor	Práticas	Continente
1	1B	2A	3B/3E	4A	5A	6A
2	1A	2A	3B/3E	4B	5A	6B
3	1A	2A	3B/3C	4A	5A	6B/6C
4	1B	2B	3A/3B/3E	4A/4C	5A	6A/6C
5	1B	2A	3B	4B	5C	6C
6	1A	2A	3B/3C/3E	4C	5C	6B/6C
7	1A	2A	3A/3B/3C	4D	5C	6B/6C
8	1B	2A	3B	4D	5A	6C
9	1B	2B	3A/3B/3E	4D	5A	6C
10	1A	2A	3B	4B	5A	6B
11	1B	2A	3B	4C	5A	6C
12	1B	2B	3A/3B/3E	4B	5A	6A/6B/6C
13	1B	2A	3B/3E	4D	5A	6C
14	1A	2B	3B/3C	4B	5A	6B/6C/6E
15	1A	2A	3B	4B	5A	6B/6C
16	1B	2A	3A/3B/3E	4B	5A	6C
17	1B	2A	3B/3E	4D	5C	6C
18	1A	2A	3B/3C	4D	5A	6B/6C
19	1B	2A	3B/3E	4C	5A	6C
20	1A	2B	3A/3E	4C	5A	6B/6C
21	1A	2B	3A/3B/3C	4D	5A	6B
22	1B	2A	3B	4A	5A	6C
23	1B	2B	3B/3C	4B	5A	6C
24	1B	2A	3B	4A	5A	6C
25	1A	2A	3B	4B	5A	6B/6C
26	1B	2A	3A/3B/3E	4D	5C	6C
27	1A	2A	3B/3E	4B	5A	6B
28	1B	2B	3A/3B/3C/3D	4D	5A	6C
29	1A	2A	3B/3E	4D	5A	6B/6C
30	1B	2A	3A/3B/3E	4C	5C	6C
31	1B	2B	3A/3B/3F	4D	5C	6C
32	1B	2A	3B	4A	5A	6C
33	1B	2A	3B	4C	5A	6C
34	1B	2A	3B/3C	4B	5A	6C
35	1B	2B	3A/3B	4C	5A	6B/6C

Fonte: Autor

Os resultados mostram que, no período recente, há poucas publicações que envolvem o tema de tomada de decisão multicritério para localização de armazéns e AHP. No entanto, pela Figura 8 observa-se uma constância no número anual de publicações, ficando em uma média de cinco por ano.

**Figura 8. Número de publicações por ano.**

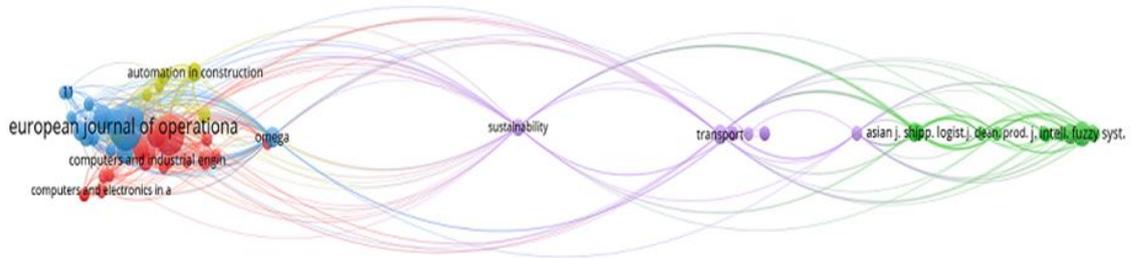


Fonte: autor

Nas análises feitas no R, pacote Bibliometrix, os tipos das publicações identificadas foram 24 artigos, 10 publicações em anais de Congresso/Conferência e 01 artigo de revisão. Em relação aos periódicos, foram 33 diferentes, sendo que *Journal Of Enterprise Information Management* e *Journal Of Physics: Conference Series* tiveram mais de uma publicação (duas cada). O número de autores foi de 104, sendo que, em apenas três artigos, foram artigos de um único autor, todos os demais tiveram mais de um autor. Na média, o software encontrou 2,97 autores por documento. Os autores que mais publicaram nesses periódicos foram Ramazan Eyüp Gergin, Ískender Peker, Cao Liting e Feng Bingqing (dois artigos cada).

Na Figura 9, em relação à cocitação de periódicos, o *VosViewer* dividiu os periódicos em cinco *clusters*, sendo que os *clusters* azul e vermelho estão relacionados à pesquisa operacional e computação, indústria e engenharia. Mais afastados estão o cluster verde com foco na logística e o roxo em transporte e sustentabilidade.

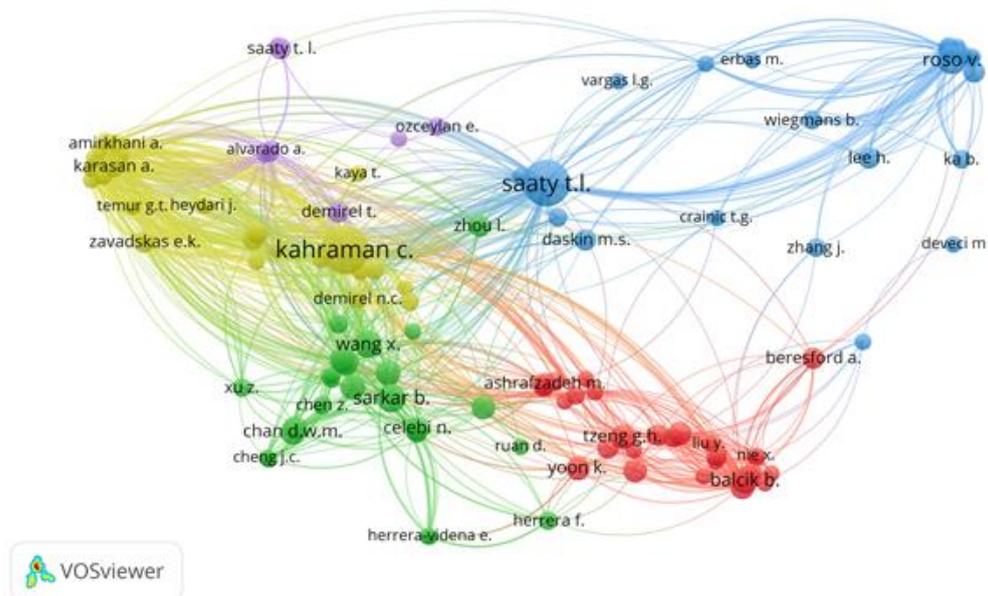
**Figura 9. Cocitação dos periódicos**



Fonte: Desenvolvido pelo autor através do VosViewer

Em relação aos autores mais citados nas referências dos trabalhos, a Figura 10 apresenta cinco *clusters*, onde se destaca o autor T. L. Saaty, visto que é o autor que desenvolveu a metodologia multicritério AHP. Neste *cluster* (azul), ainda há autores relevantes ao tema, como L.G. Vargas, e M. S. Daskin. Outro *cluster* importante é o amarelo, onde o destaque é o autor C. Kahraman. Neste *cluster* está um dos autores da pesquisa como o M. Endorgan.

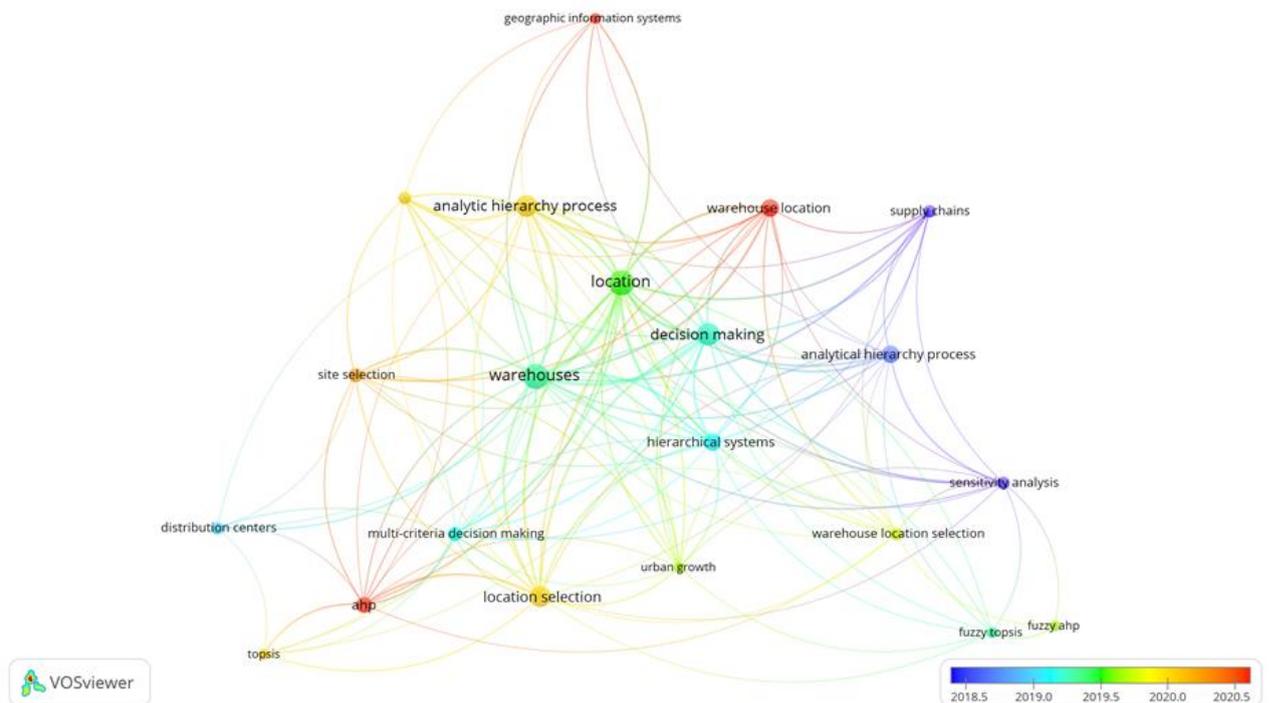
**Figura 10. Autores mais citados nas referências**



Fonte: Desenvolvido pelo autor através do VosViewer

Na Figura 11, temos as palavras-chave mais citadas nos artigos com mínimo de três ocorrências. Um total de quatro *clusters*, de acordo com o VosViewer, onde as palavras por ordem de força de ligação do *cluster*: *warehouse* (armazém) possui 15 ocorrências nos artigos, seguido por *location* (localização), também com 15, *decision making* (tomada de decisão) com 12 e *Analytic Hierarchy Process* com 11, evidenciando que os artigos selecionados nas bases de dados estão bem coerentes com o objeto que se desejava pesquisar, onde estes artigos podem ser utilizados em trabalhos futuros como referências. Outro ponto de destaque é que os trabalhos mais antigos, entre 2017 e 2019, tinham um foco em *supply chains* (cadeia de suprimentos), *distribution centers* (centros de distribuição) e *Analytic Hierarchy Process*, e artigos publicados após 2020 já tinham um foco em AHP, *warehouse location* (localização de armazéns) e *surge geographic information systems* (sistemas de informações geográficas), mostrando uma possível tendência de pesquisa.

**Figura 11. Palavras-chave mais citadas**



Fonte: Desenvolvido pelo autor através do VosViewer



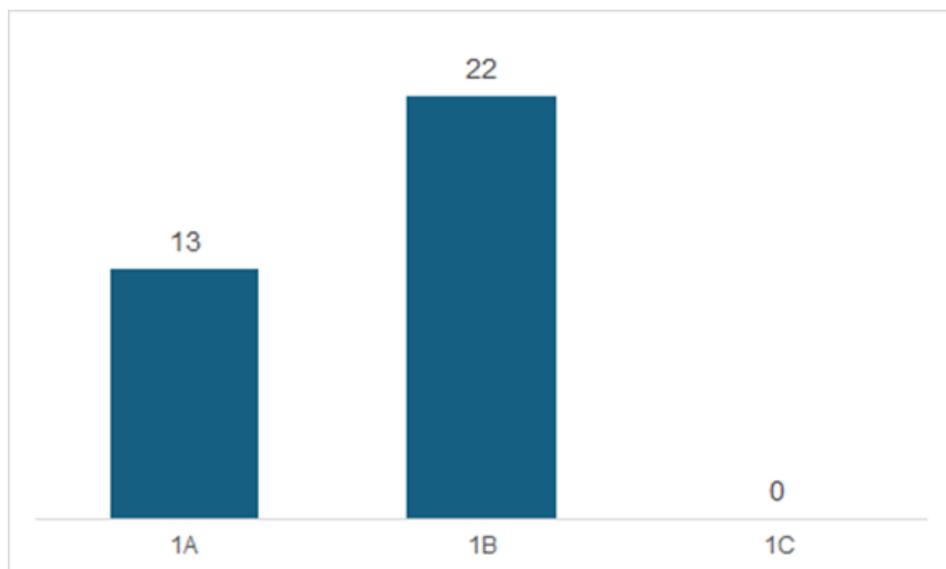
Na Figura 13, o destaque é para as palavras *warehouse* (armazém), *location* (localização) e *decision making* (tomada de decisão). Contudo, além de todas as palavras relacionadas à AHP, salienta-se o surgimento de palavras como *supply chains* (cadeia de suprimentos), *sustainability* (sustentabilidade), *operating costs* (custos operacionais), *transportations costs* (custo de transporte) e GIS. Todos corroboram com a análise das Figuras 10 e 11.

#### 4.1.2 Análise de lacunas, oportunidades e desafios para o futuro.

##### 4.1.2.1 Contexto Nacional

A Figura 14 apresenta uma análise segundo o contexto da nacionalidade de origem dos artigos, conforme propõe a metodologia proposta por Amui *et al.* (2017). No caso em questão, 13 artigos foram realizados dentro do contexto e realidade de países desenvolvidos e 22 artigos em países em desenvolvimento. Isto pode ser explicado, em parte, devido ao cenário de necessidade de investimento em infraestrutura, que é mais significativo nos países em desenvolvimento, onde esta situação muitas vezes é insuficiente.

**Figura 14. Distribuição por categoria 1 – contexto nacional. Onde: Países desenvolvidos - 1A; Países em desenvolvimento - 1B; Não se aplica – 1C**

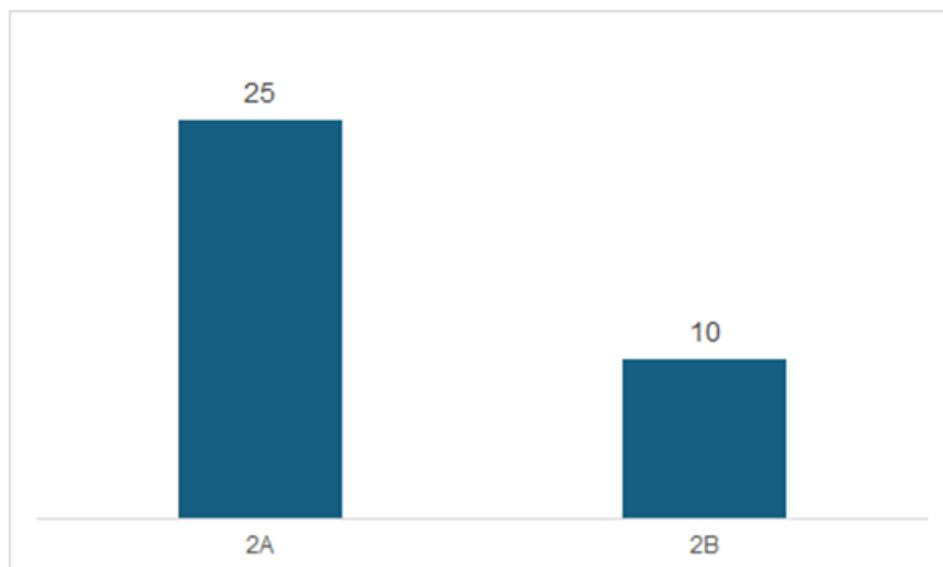


Fonte: Autor

#### 4.1.2.2 Foco em AHP e localização de armazéns.

Dentre os 35 artigos selecionados, 25 estão em total alinhamento com o tema principal da pesquisa, o AHP e a localização de armazéns, que podem ser bem mais aproveitados como um direcionamento para as pesquisas com foco exclusivo nesses dois pontos, podendo ser utilizados, inclusive, como fonte de literatura para definir os critérios da estrutura hierárquica do AHP. Já 10 artigos, em que pese serem importantes trabalhos, utilizam o AHP para localização de um complexo logístico onde o armazém está inserido, mas não é o foco principal, ou seja, o foco está na distribuição, ou o método AHP é utilizado apenas como complemento onde os métodos multicritérios principais não conseguem responder eficientemente à pergunta da pesquisa (Figura 15).

**Figura 15. Distribuição por categoria 2 – foco. Onde: AHP e localização de armazéns utilizadas como tema principal - 2A; AHP e localização de armazéns utilizadas como suporte – 2B.**



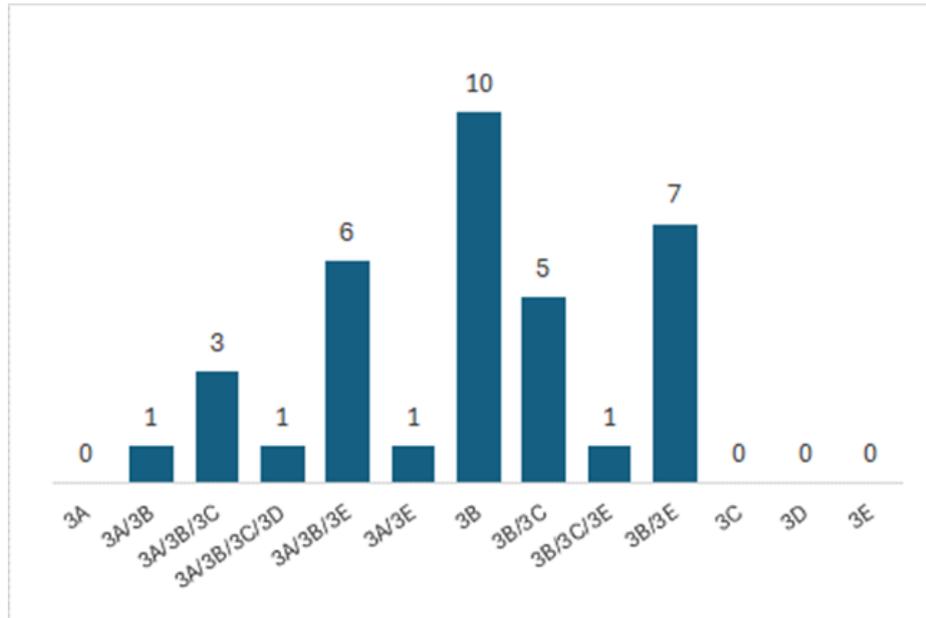
Fonte: Autor

#### 4.1.2.3 Método de pesquisa

Segundo Jabbour *et al.* (2013), uma pesquisa quantitativa é usualmente um *Survey*. Contudo, no caso dos artigos pesquisados, apesar de a grande maioria (10 artigos) ser pesquisas quantitativas, a metodologia apresentada não se baseia em pesquisa de dados, para uma metodologia estatística, mas uma avaliação dos dados para tomada de decisão. De acordo com a Figura 16, em boa parte dos artigos, o

aspecto quali-quantitativo é comum. Na pesquisa, foram encontradas seis publicações qualitativas, quantitativas e estudos de caso. Sete artigos podem ser classificados como quantitativo e estudo de caso. Outros cinco, como quantitativos associados a revisões de literatura.

**Figura 16. Distribuição por categoria 3 – método. Onde: Qualitativo - 3A; Quantitativo – 3B; Estudos teóricos - 3C; Estudos empíricos – 3D; Estudos de caso/entrevistas – 3E; Survey – 3F.**

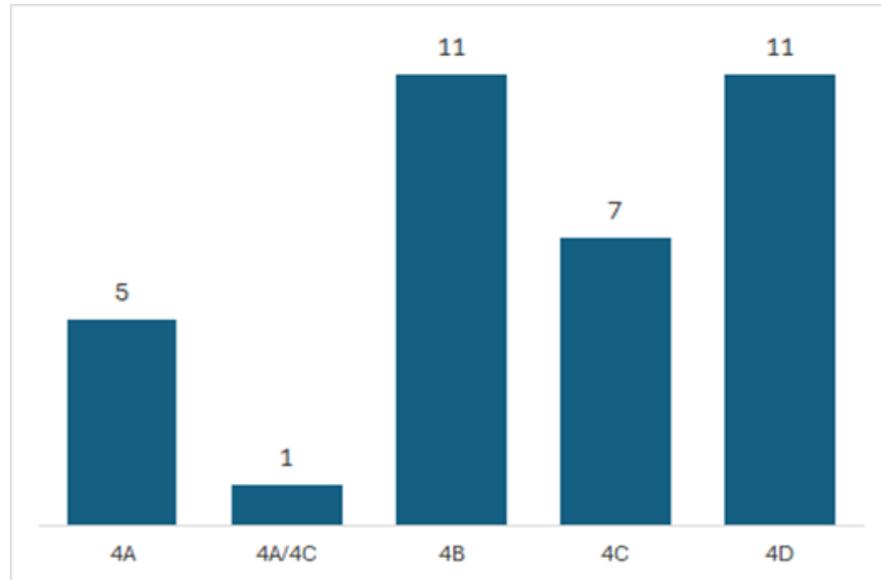


Fonte: Autor

#### 4.1.2.4 Setor econômico

Em relação ao setor econômico, cinco artigos tiveram seus estudos voltados à localização de armazéns para o setor agropecuário. O setor industrial demandou mais estudos, totalizando 11 publicações, cinco para o setor de atacado ou varejo e 11 que não se aplicaram a nenhuma das opções, tais como o setor portuário/exportação. Cabe ressaltar que um artigo tratou da localização de unidades armazenadoras para a cadeia logística do agronegócio, por envolver os setores agropecuários e atacado/varejo (Figura 17).

**Figura 17. Distribuição por categoria 4 – setor econômico. Onde: Agropecuário - 4A; Industrial– 4B; Atacado/Varejo - 4C; Não se aplica – 4D.**

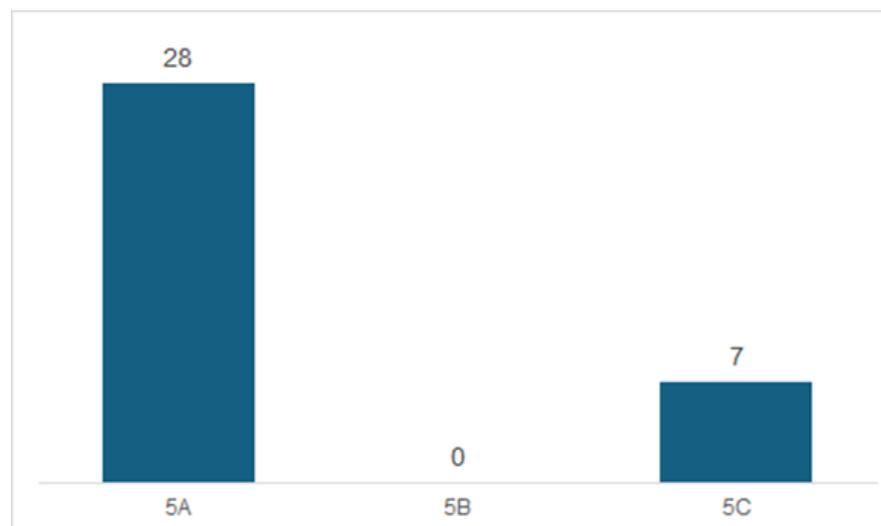


Fonte: Autor

#### 4.1.2.5 Aspectos técnicos ou humanos

Em que pese Amui *et al.* (2017) terem afirmado que os aspectos humanos se referem a treinamento, cultura, equipes e decisões, métodos multicritérios são utilizados para tomada de decisão. A Figura 18 aponta que não houve artigos puramente com aspectos humanos, ou foram apenas técnicos (28) ou ambos (sete).

**Figura 18. Distribuição por categoria 5 – aspecto. Onde: Técnico - 5A; Humano – 5B; Ambas – 5C.**



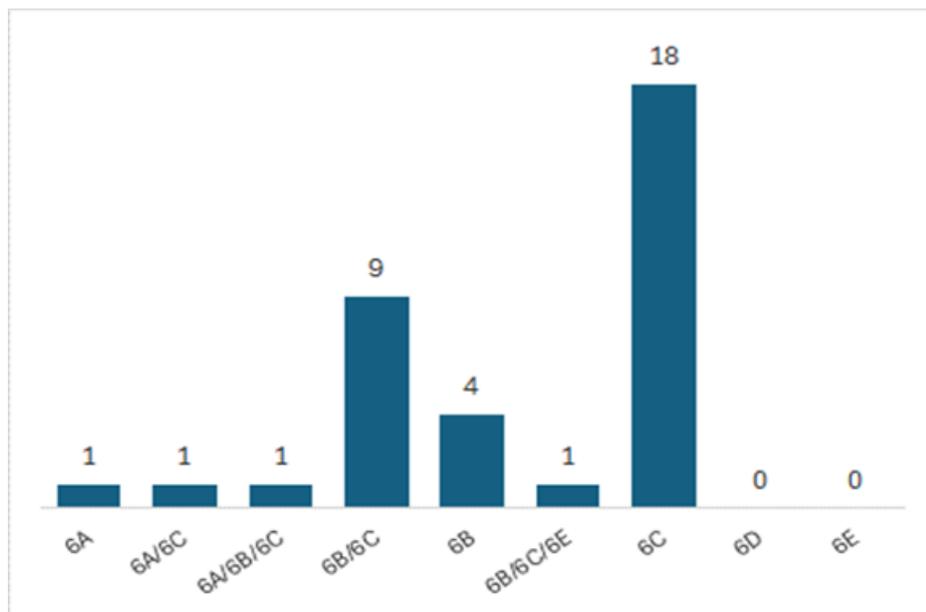
Fonte: Autor

#### 4.1.2.6 Origem geográfica

A Figura 19 apresenta a classificação por origem dos autores envolvidos nas pesquisas. A grande maioria dos artigos possui autores de universidades ou instituições de origem da Ásia, há quatro artigos da Europa e para a América, apenas um artigo.

Nove publicações foram classificadas como de origem tanto europeia quanto asiática, isto porque boa parte desses artigos é oriunda da Turquia, a qual pertence à Eurásia. No entanto, foram encontrados trabalhos em parceria com instituições da América e Ásia (um artigo), América, Europa e Ásia (um artigo) e Europa, Ásia e Oceania (um artigo).

**Figura 19. Distribuição por categoria 6 – origem. Onde: América - 6A; Europa – 6B; Ásia – 6C; África – 6D; Oceania – 6E.**



Fonte: Autor

Como já foi citado, a maioria dos autores é de instituições turcas (24%). Autores da China estão presentes em 15% das publicações. Da Índia, 13%, da Indonésia, 9%, Brasil e Reino Unido contam com 4% cada.

Na Figura 20, pode-se ver a distribuição das autorias dos artigos. Cabe ressaltar que há parcerias importantes como: Reino Unido, Estados Unidos e Coreia do Sul, Brasil, Chile e Índia, Malásia e Tailândia, China e Taiwan, China e Itália, Irã, Hong Kong e Reino Unido, Turquia, Quirquistão e Austrália.

**Figura 20. Localizações geográficas de todos os países contribuintes**



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Diante dos resultados obtidos e dos artigos selecionados, algumas proposições podem ser utilizadas em novos trabalhos.

Há uma necessidade de utilização de outras metodologias associadas à AHP, além de outros métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM), como modelos matemáticos de otimização da área de pesquisa operacional, como feito por Şekerci e Aydin (2022), que utilizaram um método estocástico de programação inteira mista para otimizar a rede logística ligada ao local onde se definiu a construção de uma infraestrutura. Bayrakçı e Baykoç (2023) introduziram o modelo de otimização Goal Programming – GP (Programação de Metas), utilizado na otimização de metas multiobjetivas por minimização dos desvios, integrado ao AHP.

Além disso, publicações como a de Khaengkhan *et al.* (2019), Wazer e Moutaz (2021), Cetinkaya *et al.* (2022), Mohan e Naseer (2022); Souza, Oliveira e Souza (2024) utilizaram o Sistema de Informações Geográficas (SIG) associado ao AHP para localização de armazéns, podem servir de base para novas pesquisas no futuro, sobretudo no caso de armazéns graneleiros, visto que são infraestruturas localizadas em área rurais, onde instrumentos de georreferenciamento são muito importantes.

Como já foi dito, há uma lacuna de pesquisa que é o fato de haver um número reduzido de publicações sobre localização de armazéns rurais. Vale salientar que o meio rural tem forte dependência da logística, principalmente, de armazéns para

estocagem do excesso de produção. Na pesquisa, foram encontrados os artigos Shukla, Hota e Sharma (2017), Yang *et al*, Khaengkhan *et al.* (2019); (Gergin *et al.*, 2023) e Souza, Oliveira e Souza (2024) que estudaram casos relacionados à armazéns rurais.

Outro ponto está na necessidade de mais artigos sobre técnicas, além da revisão de literatura e sugestões dos especialistas, para identificação dos critérios e subcritérios do AHP para decisão de localização de armazéns. Os trabalhos de Mohan e Naseer (2022), Gupta *et al.* (2023) e Gergin *et al.* (2023), dentre os pesquisados, indicaram o método Delphi para ranquear os critérios que seriam utilizados em uma estrutura hierárquica para uma cadeia de suprimentos de alimentos.

## **4.2 AHP e a localização de armazéns no SEALBA.**

### *4.2.1 Definição inicial da estrutura hierárquica.*

Como já foi citado, conforme pressupõem Partovi e Burton (1992), o primeiro ponto da estrutura hierárquica, na metodologia desenvolvida por Saaty (1980), é a definição de seu problema ou objetivo, o qual no caso em questão é a melhor localização de unidade armazenadora na Região do SEALBA.

Em um primeiro momento, após a RSL, resumizando os critérios e subcritérios encontrados na literatura, de acordo com a Tabela 4, apresentada na metodologia, consideraram-se aqueles que têm definições similares com um único critério ou subcritério. Assim, chegou-se a um número inicial de sete critérios e 34 subcritérios, conforme Quadro 4 abaixo:

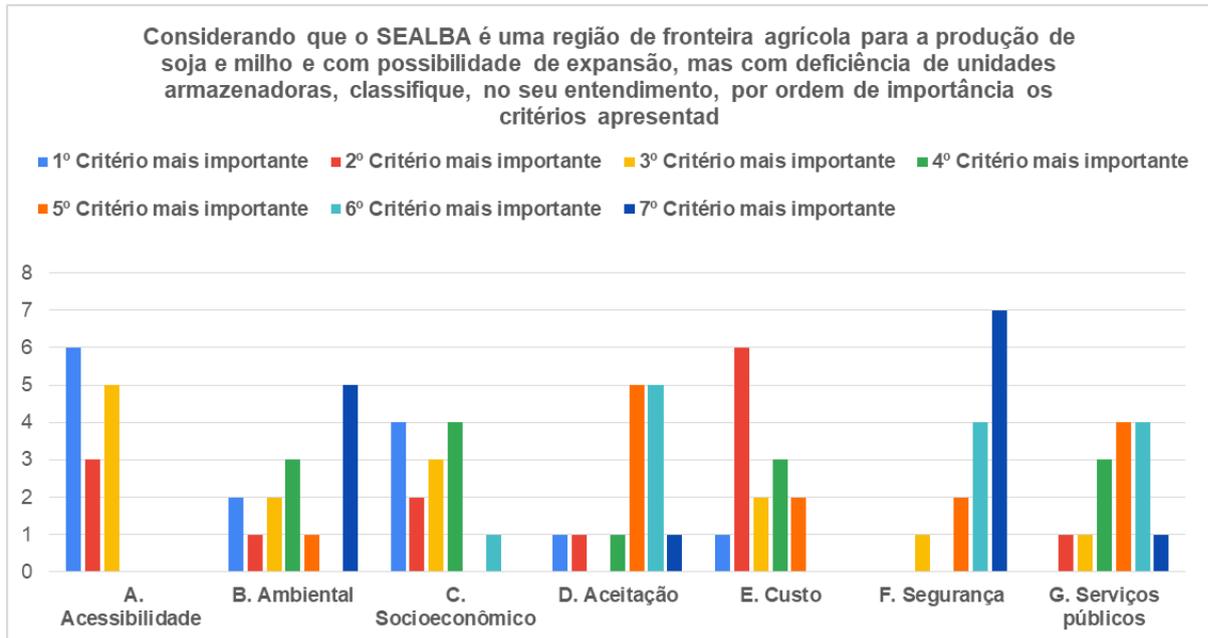
**Quadro 4. Critérios e subcritérios encontrados na RSL para o objetivo de localização de armazéns com utilização de AHP.**

<b>Critérios:</b>	<b>A. Acessibilidade</b>	<b>B. Ambiental</b>	<b>C. Socioeconômico</b>	<b>D. Aceitação</b>	<b>E. Custo</b>	<b>F. Segurança</b>	<b>G. Serviços públicos</b>
<b>Subcritérios:</b>	1. Proximidade de rodovias;  2. Proximidade de ferrovias;  3. Proximidades de hidrovias;  4. Proximidade de portos e terminais;  5. Intermodalidade;  6. Distância do armazéns para a zona de produção;  7. Distância do armazém ao centro de consumo.	1. Exclusão de áreas indígenas;  2. Exclusão de áreas quilombolas;  3 Exclusão de áreas unidades de conservação;  4. Desenvolvimento futuro;  5. Impactos ecológicos;  6. Poluição do ar.	1. Produção agrícola;  2. Mercado consumidor;  3. Mão de obra qualificada;  4. Índice de atração agropecuária para aquisição de maquinários;  5. Índice de atração agropecuária para insumos;  6. PIB do agronegócio.	1. Aceitação do governo;  2. Da população local;  3. Do produto.	1.Custo do transporte;  2. Custo de mão de obra;  3. Custo de energia;  4. Custo com seguro;  5. Custo de depreciação;  6. Preço da terra.	1. Estatísticas de crimes locais; 2. Sistemas de segurança disponíveis.	1. Comunicações;  2. Suprimento de água e energia;  3. Tratamento de lixo;  4. Qualidade e confiabilidade dos serviços.

Fonte: Autor

Diante desses dados, foi encaminhado um questionário, que se encontra no Apêndice A, para diversos especialistas que estudam ou trabalham diretamente com o setor de armazenagens de grãos. 14 especialistas retornaram o questionário e foram obtidos os seguintes resultados, conforme apresentado na Figura 21.

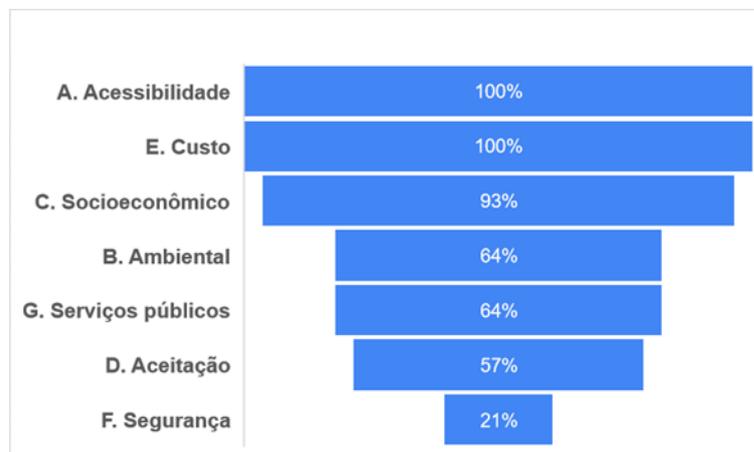
**Figura 21. Resultado do questionário encaminhado aos especialistas sobre os critérios de localização de armazéns graneleiros no SEALBA.**



Fonte: Autor

Em função da grande dificuldade na execução da AHP, junto aos especialistas, vista a possibilidade de um elevado número de julgamentos, optou-se inicialmente pela escolha dos cinco principais critérios. Para esse filtro, foi utilizada a eliminação dos dois critérios menos citados. A Figura 22 ilustra as escolhas dos critérios segundo os entrevistados: 100% dos participantes escolheram os critérios Acessibilidade e Custo, 93% escolheram o critério Socioeconômico e 64% os critérios Ambiental e Serviços Públicos.

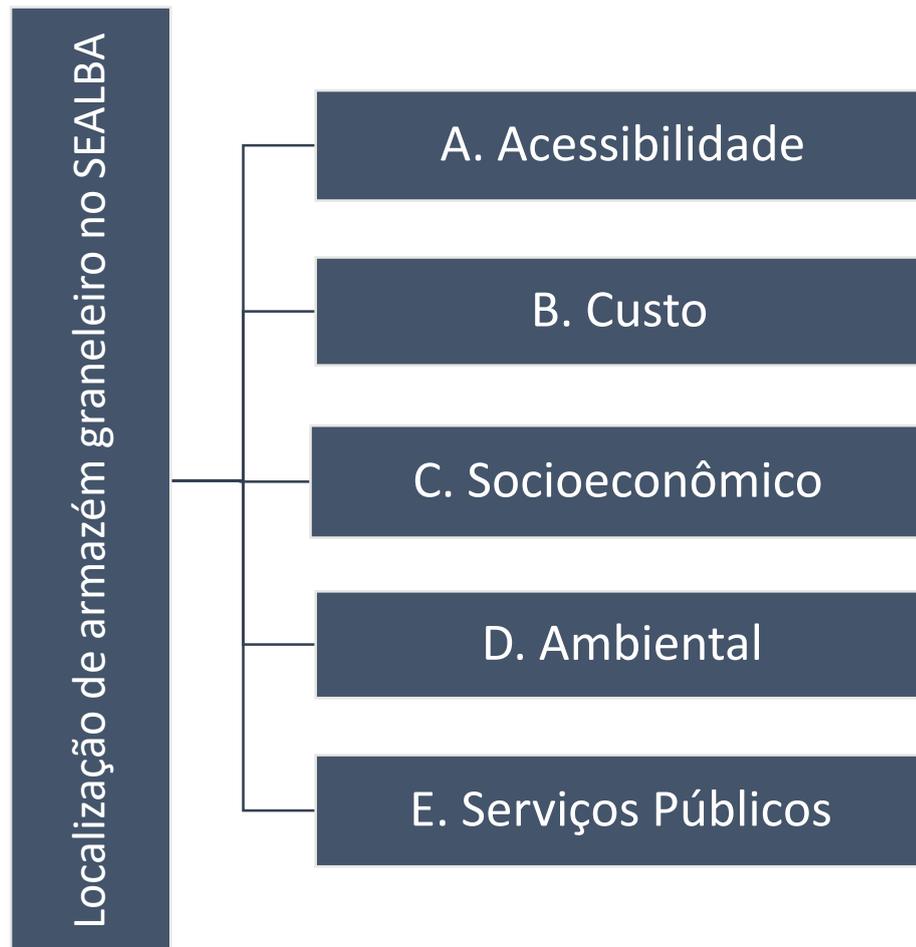
**Figura 22. Participação de cada critério entre os 05 primeiros na escolha do conjunto de especialistas**



Fonte: Autor

Além disso, foram consolidados subcritérios similares em um subcritério, chegando-se à seguinte estrutura hierárquica com os possíveis critérios, conforme a Figura 23:

**Figura 23. Estrutura hierárquica com critérios**



Fonte: Autor

Ainda assim, percebeu-se que o número ainda bastante elevado de critérios e subcritérios poderia gerar uma dificuldade no gerenciamento e desinteresse nos julgamentos por parte dos especialistas, sobretudo em relação aos critérios considerados por eles como menos importantes.

Sendo assim, optou-se por encaminhar um questionário para os mesmos especialistas por meio do *Google Forms* (Apêndice B), bem como um roteiro para facilitar o entendimento, conforme o Apêndice B, em que foi solicitado que se fizessem

os julgamentos dos critérios acima, bem como os possíveis subcritérios, utilizando a escala de Saaty (1990).

#### 4.2.2 Redefinição do quantitativo de critérios e cálculo dos pesos.

Dos 14 respondentes da primeira pesquisa, 10 retornaram as respostas, inserindo os dados no software MS EXCEL, montando matrizes individuais e as agregando, utilizando a média geométrica de todos os julgamentos, conforme metodologia de agregação dos julgamentos individuais (AJI), de acordo com que preconizaram Forman e Peniwati (1998), onde o resultado no julgamento dos critérios está representado na Tabela 6.

**Tabela 6. Matriz de julgamentos dos critérios dos 10 especialistas agregados para a tomada de decisão sobre localização de armazém graneleiro no SEALBA.**

Localização de armazém SEALBA	Acessibilidade	Custo	Socioeconômico	Ambiental	Serviços Públicos
Acessibilidade	1	1,207	0,533	0,588	3,132
Custo	0,829	1	0,360	0,411	2,096
Socioeconômico	1,876	2,486	1	0,987	3,192
Ambiental	1,701	2,434	1,013	1	3,817
Serviços Públicos	0,319	0,477	0,313	0,262	1
<b>Soma</b>	<b>5,725</b>	<b>7,603</b>	<b>3,220</b>	<b>3,248</b>	<b>13,236</b>

Fonte: Autor

O entendimento é de que os especialistas de setor público e privado, pesquisadores e engenheiros advêm do ramo da armazenagem rural e, portanto, devem agir como “um indivíduo”. Assim, utilizou-se o AJI como modelo de agregação, similar ao que foi descrito por Aull-Hyde, Endorgan e Duke (2004), sobre o trabalho de Duke e Aull-Hyde (2002), que consideraram a amostra de respondentes residentes em uma mesma região como “um indivíduo”.

Neste trabalho, optou-se por utilizar a média geométrica para agregar os julgamentos individuais, por entender que os membros do grupo agem de tal maneira com um nível de sinergia que se torna um novo indivíduo, além de essa metodologia manter a reciprocidade da matriz (Aull-Hyde; Endorgan; Duke, 2004; Forman; Peniwati, 1998; Aczel; Saaty, 1983).

Em seguida, a matriz foi normalizada e calculada de acordo com a prioridade de cada critério, pela média dos valores, conforme pode ser observado na Tabela 7.

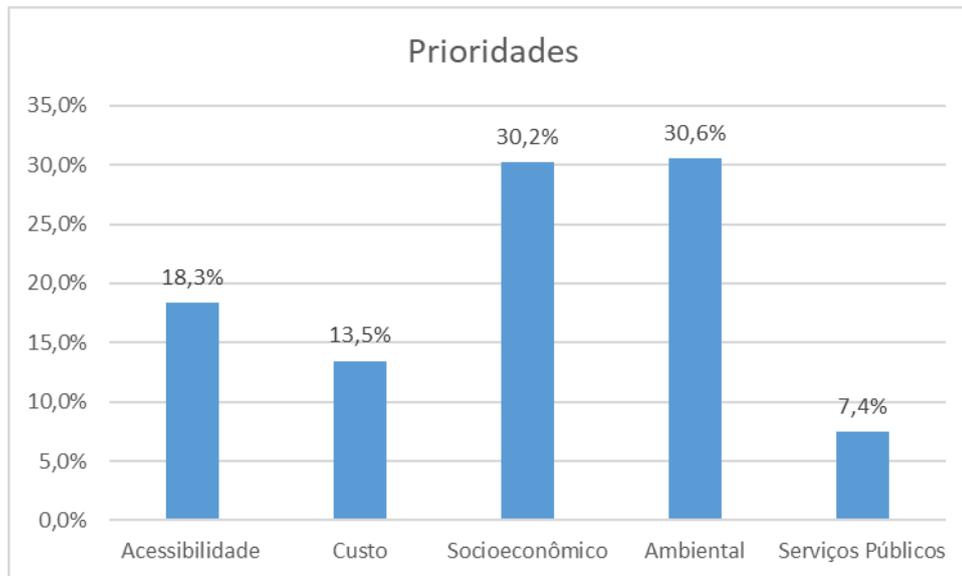
Média dos valores da linha

**Tabela 7. Matriz de julgamentos agregados normalizada e prioridades calculadas**

Localização de armazém SEALBA	Acessibilidade	Custo	Socioeconômico	Ambiental	Serviços Públicos	Prioridades
Acessibilidade	0,175	0,159	0,166	0,181	0,237	0,183
Custo	0,145	0,132	0,112	0,127	0,158	0,135
Socioeconômico	0,328	0,327	0,311	0,304	0,241	0,302
Ambiental	0,297	0,320	0,315	0,308	0,288	0,306
Serviços Públicos	0,056	0,063	0,097	0,081	0,076	0,074

Fonte: Autor

Um ponto interessante deste resultado é que, apesar de na primeira pesquisa, nem todos os respondentes terem definido o critério Ambiental como um dos cinco mais importantes, no resultado do AHP este critério ficou praticamente empatado com o critério Socioeconômico (30,2%), com 30,6% da prioridade, à frente dos critérios Acessibilidade e Custo, 18,3% e 13,5%, respectivamente (Figura 24).

**Figura 24. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados**

Fonte: Autor

Possivelmente isso se deu pelo fato de ter diminuído o número de participantes em 28,6%, somado ao fato de a maior parte ser de especialistas ligados ao setor público que retornaram à pesquisa. O critério Ambiental passou a ter maior relevância entre os julgadores.

A inconsistência foi calculada, primeiramente, multiplicando o somatório de cada coluna pelo seu autovetor normalizado, de acordo com a metodologia definida por Saaty (2003), tendo o seguinte resultado:

Acessibilidade	Custo	Socioeconômico	Ambiental	Serviços Públicos
1,049	1,023	0,973	0,993	0,985

O Lâmbda Máximo é a soma desses valores:

$$\lambda_{\text{máx}} = 1,049 + 1,023 + 0,973 + 0,993 + 0,985$$

$$\lambda_{\text{máx}} = 5,023$$

O Índice de Consistência (IC):

$$IC = |(5,023 - 5)| / (5 - 1)$$

$$IC = 0,006$$

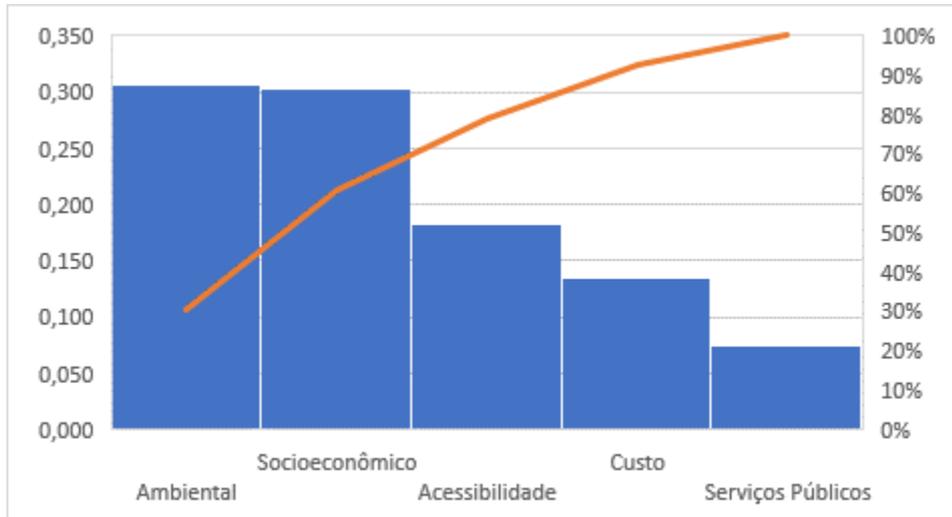
O Índice Randômico (IR), para uma matriz de 05 critérios, é 1,12, portanto a Razão de Consistência (RC) foi:

$$RC = 0,006 / 1,12$$

$$RC = 0,004 \text{ ou } 0,4\%$$

Além dessa definição de prioridades para os cinco critérios, visando um melhor gerenciamento da pesquisa por meio de diagrama de Pareto utilizando o MS EXCEL, dentro do Princípio 80/20, definiu-se que o critério Serviços Públicos tem pouca relevância, visto que a sua prioridade teve um índice de apenas 7,4%, ou seja, a maioria dos especialistas considerou que os demais critérios são suficientes para a tomada de decisão sobre a localização de armazéns graneleiros, conforme representado na Figura 25.

**Figura 25. Diagrama de Pareto para os critérios de localização de armazém graneleiro no SEALBA**



Fonte: Autor

Desta feita, tomou-se a decisão de readequar o nível dos critérios para os quatro mais importantes, o que gerou novas matrizes de julgamentos individuais agregados que tiveram o resultado apresentado nas Tabelas 8 e 9.

**Tabela 8. Matriz ajustada de julgamentos agregada dos critérios para a tomada de decisão sobre localização de armazém graneleiro no SEALBA**

Localização de armazém SEALBA	Acessibilidade	Custo	Socioeconômico	Ambiental
Acessibilidade	1	1,207	0,533	0,588
Custo	0,829	1	0,431	0,411
Socioeconômico	1,876	2,319	1	0,987
Ambiental	1,701	2,434	1,013	1
<b>Soma</b>	<b>5,405</b>	<b>6,960</b>	<b>2,978</b>	<b>2,986</b>

Fonte: Autor

**Tabela 9. Matriz normalizada com prioridades calculadas**

Localização de armazém SEALBA	Acessibilidade	Custo	Socioeconômico	Ambiental	Prioridades
Acessibilidade	0,185	0,173	0,179	0,197	0,184
Custo	0,153	0,144	0,145	0,138	0,145
Socioeconômico	0,347	0,333	0,336	0,330	0,337
Ambiental	0,315	0,350	0,340	0,335	0,335

Fonte: Autor

Com esse novo cenário, o critério Socioeconômico e o Ambiental continuaram sendo os principais, com 33,7 e 33,5% respectivamente na ordem de prioridades. No trabalho de Singh, Chaudhary e Saxena (2018), o critério mercado, que tem similaridades com o critério Socioeconômico, despontou-se como o que teve a maior

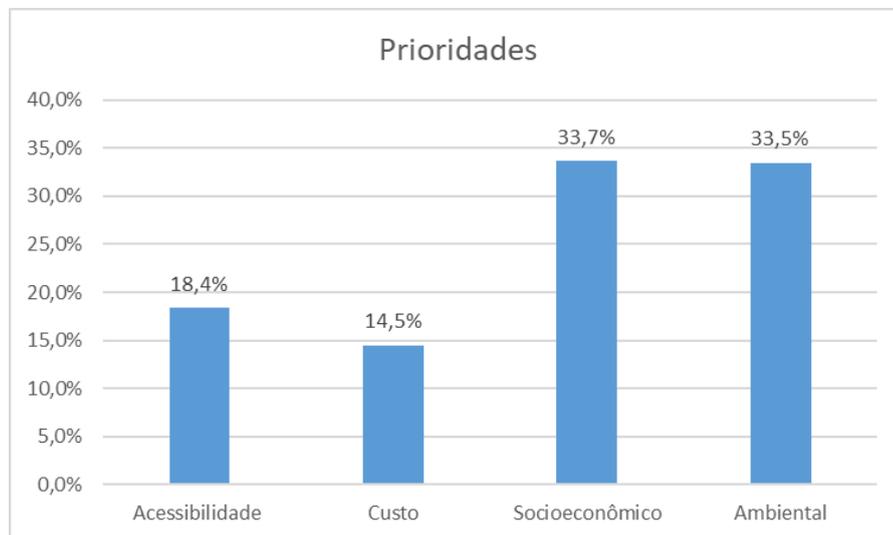
prioridade, seguido pelo critério infraestrutura, o qual tem o subcritério transporte e conectividade como um dos importantes, sendo parecidos com o contexto que trata o critério Acessibilidade neste trabalho.

Analisando o trabalho de Gergin *et al.* (2023), percebe-se que os critérios mais ligados à definição do critério Socioeconômico (valor da produção, potencial de produção e área de produção) tiveram maior valor de peso calculado pelo AHP do que critérios afetos à acessibilidade, como distância das rodovias, presença de porto, etc.

Os critérios Acessibilidade e Custo, com 18,4% e 14,5%, respectivamente, não configuraram entre os primeiros, nas prioridades dos julgamentos agregados dos especialistas (Figura 26).

Na pesquisa de Shukla, Hota e Sharma (2017), utilizando *Fuzzy-AHP* para decisão sobre localização de armazéns rurais, o critério acessibilidade é o segundo critério com maior peso, após o julgamento dos especialistas, atrás apenas do critério mercado e à frente do critério custo.

**Figura 26. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 04 critérios.**



Fonte: Autor

A inconsistência foi calculada, primeiramente, multiplicando o somatório de cada coluna pelo seu autovetor normalizado, tendo o seguinte resultado:

Acessibilidade	Custo	Socioeconômico	Ambiental
0,992	1,008	1,002	1,000

O Lâmbda Máximo é a soma desses valores:

$$\lambda_{\text{máx}} = 0,992 + 1,008 + 1,002 + 1,000$$

$$\lambda_{\text{máx}} = 4,003$$

O Índice de Consistência (IC):

$$IC = |(4,003 - 4)| / (4 - 1)$$

$$IC = 0,001$$

O Índice Randômico (IR), para uma matriz de 04 critérios, é 0,90, portanto a Razão de Consistência (RC) foi:

$$RC = 0,001 / 0,90$$

$$RC = 0,001 \text{ ou } 0,1\%$$

#### 4.2.3 Redefinição do quantitativo de subcritérios e cálculo dos pesos.

Com base nas respostas dos especialistas, foram feitas matrizes individuais para cada critério e, após a agregação dos julgamentos de cada matriz, foi utilizado o Princípio de Pareto para exclusão dos subcritérios menos relevantes no julgamento dos participantes.

Os subcritérios de cada critério seguiram conforme o resultado da RSL descrito no item 4.1, consolidando os subcritérios apresentados da Tabela 9. Assim, são descritos nos tópicos seguintes a análise dos julgamentos dos subcritérios à luz dos critérios acessibilidade, custo, socioeconômico e ambiental, separadamente.

##### 4.2.3.1 Acessibilidade

Com relação ao critério Acessibilidade, ficaram definidos os subcritérios de acordo com os descritos abaixo. Assim, as matrizes de comparação para os julgamentos agregados, bem como a matriz normalizada para os subcritérios do critério Acessibilidade, estão representadas nas Tabelas 10 e 11.

###### Critério - Acessibilidade

###### Subcritérios

- A1 - Proximidade do sistema viário (rodovias, ferrovias e/ou hidrovias);
- A2 - Proximidade de portos e terminais;
- A3 - Intermodalidade;
- A4 - Distância do armazéns para a zona de produção; e
- A5 - Distância do armazém ao centro de consumo

**Tabela 10. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Acessibilidade.**

<b>Acessibilidade</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>
A1	1	1,678	1,641	0,917	1,580
A2	0,596	1	0,733	0,426	0,863
A3	0,610	1,364	1	0,466	0,803
A4	1,091	2,349	2,146	1	1,504
A5	0,633	1,158	1,245	0,665	1
<b>Soma</b>	<b>3,929</b>	<b>7,550</b>	<b>6,765</b>	<b>3,473</b>	<b>5,751</b>

Fonte: Autor

**Tabela 11. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Acessibilidade.**

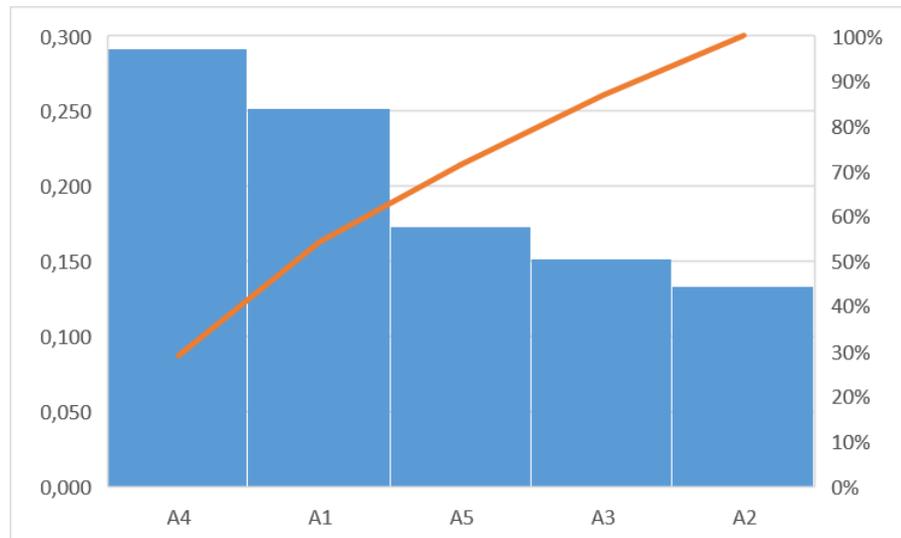
<b>Acessibilidade</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Prioridades</b>
A1	0,255	0,222	0,243	0,264	0,275	0,252
A2	0,152	0,132	0,108	0,123	0,150	0,133
A3	0,155	0,181	0,148	0,134	0,140	0,151
A4	0,278	0,311	0,317	0,288	0,262	0,291
A5	0,161	0,153	0,184	0,191	0,174	0,173

Fonte: Autor

$$\lambda_{\text{máx}} = 5,022; IC = 0,005 \text{ e } RC = 0,005 \text{ ou } 0,5\%$$

Os pesos dos subcritérios ficaram muito próximos, porém há um destaque para o A4 – Distância dos armazéns à zona de produção, com 29,1% de peso, evidenciando que, para os especialistas, a maior prioridade de estabelecimento de uma unidade armazenadora de grãos, para o critério de acessibilidade, é a proximidade com a região de produção. Nota-se que é uma matriz consistente, visto que possui uma razão de consistência (RC) de 0,5%. Em que pese o Diagrama de Pareto (Figura 27) abaixo indicar que o subcritério A2 – Distância de portos e terminais seria o menos relevante dentre os demais subcritérios, para a região do SEALBA, apesar de haver a presença da Ferrovia Centro Atlântica – FCA, o terminal integrador de grãos mais próximo é o de Pirapora, que se encontra por volta de 1.300 km de distância, segundo o Google Maps, dos principais municípios produtores da Região, tais como Paripiranga - BA e Ajustina – BA, o que inviabiliza a intermodalidade (A3) como subcritério neste caso.

**Figura 27. Diagrama de Pareto para os subcritérios de Acessibilidade.**



Fonte: Autor

Por essa razão, optou-se por descartar o subcritério intermodalidade, mantendo a distância de portos e terminais. Assim, a nova matriz agregada de comparação e as novas prioridades calculadas ficaram definidas como as representadas nas Tabelas 12 e 13.

**Critério - Acessibilidade**  
Subcritérios

A1 - Proximidade do sistema viário (rodovias, ferrovias e/ou hidrovias);  
A2 - Proximidade de portos e terminais;  
A3 - Distância do armazéns para a zona de produção; e  
A4 - Distância do armazém ao centro de consumo

**Tabela 12. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Acessibilidade.**

Acessibilidade	A1	A2	A3	A4
A1	1	1,647	0,679	1,725
A2	0,607	1	0,338	0,683
A3	1,473	2,961	1	2,046
A4	0,580	1,464	0,489	1
<b>Soma</b>	<b>3,660</b>	<b>7,073</b>	<b>2,505</b>	<b>5,454</b>

Fonte: Autor

**Tabela 13. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Acessibilidade.**

Acessibilidade	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	0,273	0,233	0,271	0,316	0,273
A2	0,166	0,141	0,135	0,125	0,142
A3	0,402	0,419	0,399	0,375	0,399
A4	0,158	0,207	0,195	0,183	0,186

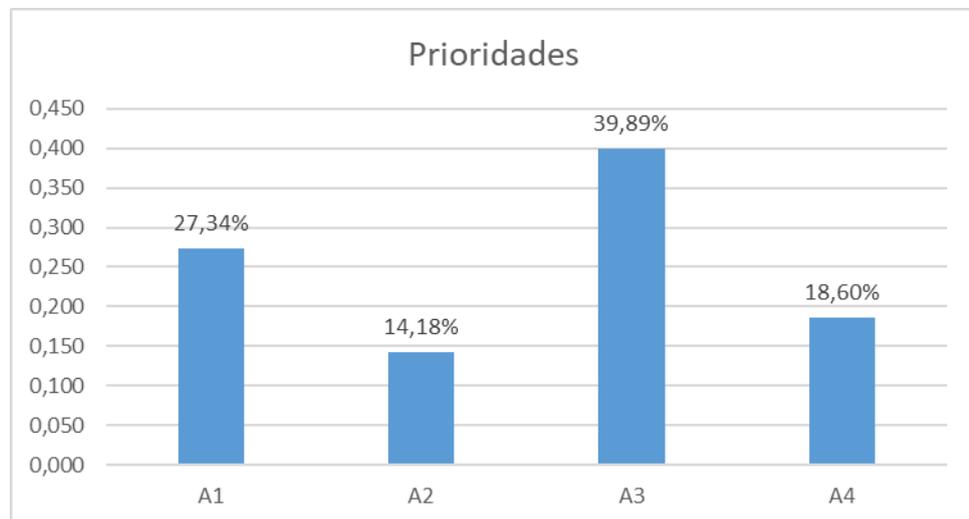
Fonte: Autor

$$\lambda_{\text{máx}} = 4,017; IC = 0,006 \text{ e } RC = 0,005 \text{ ou } 0,5\%$$

O subcritério A3 (Distância dos armazéns à zona de produção) continuou como destaque e, neste caso, bem mais significativo, representando um peso de 39,9% (Figura 28). A matriz segue consistente, com uma RC de 0,5%.

Diferentemente deste trabalho, a pesquisa de Hassan, Chakma e Hasan (2020) definiu os subcritérios distância do armazém da zona de produção e distância do armazém da região de consumo dentro de um critério chamado distância, sendo que o subcritério distância do armazém da região de consumo teve o maior peso.

**Figura 28. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 04 subcritérios do critério Acessibilidade.**



Fonte: Autor

#### 4.2.3.2 Custo

Pela RSL, o critério custo dispunha de cinco subcritérios, conforme apresentados abaixo. Esta matriz, portanto, foi submetida aos julgamentos, em que além da verificação da consistência, foi feita a normalização e definição dos pesos de cada subcritério em relação ao critério Custo, conforme as Tabelas 14 e 15.

##### **Critério - Custo**

##### **Subcritérios**

- B1 - Custo de transporte;**
- B2 - Custo de mão de obra;**
- B3 - Custo de energia;**
- B4 - Custo com seguro; e**
- B5 - Preço da terra**

**Tabela 14. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Custo**

<b>Custo</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>	<b>B5</b>
B1	1	1,990	2,277	3,007	1,386
B2	0,503	1	1,365	2,914	0,968
B3	0,439	0,733	1	3,129	0,990
B4	0,333	0,343	0,320	1	0,447
B5	0,721	1,033	1,011	2,238	1
<b>Soma</b>	<b>2,996</b>	<b>5,099</b>	<b>5,972</b>	<b>12,288</b>	<b>4,791</b>

Fonte: Autor

**Tabela 15. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Custo**

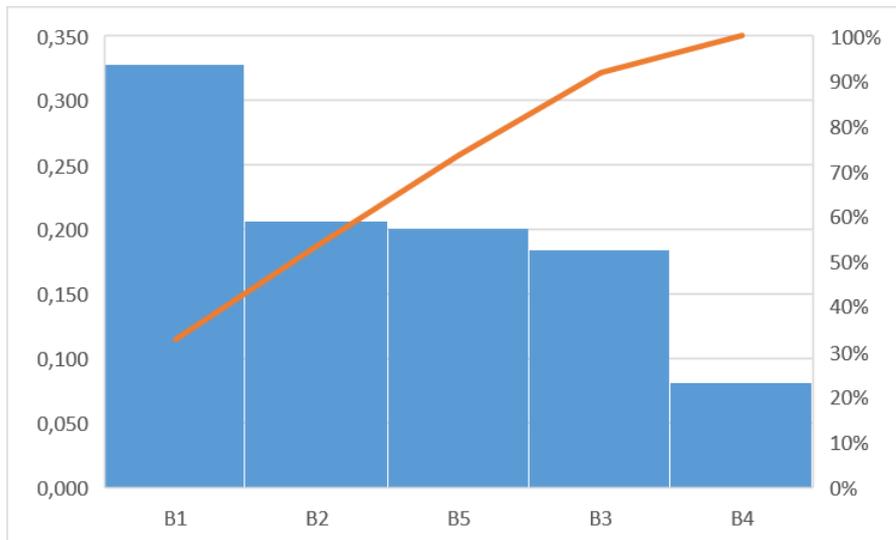
<b>Custo</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>	<b>B5</b>	<b>Prioridades</b>
B1	0,334	0,390	0,381	0,245	0,289	0,328
B2	0,168	0,196	0,229	0,237	0,202	0,206
B3	0,147	0,144	0,167	0,255	0,207	0,184
B4	0,111	0,067	0,054	0,081	0,093	0,081
B5	0,241	0,203	0,169	0,182	0,209	0,201

$$\lambda_{\text{máx}} = 5,082; IC = 0,020 \text{ e } RC = 0,018 \text{ ou } 1,8\%$$

Fonte: Autor

Para o critério Custo, o principal subcritério na decisão do grupo de especialistas é o B1 (Custo de transporte) que, neste caso, teve um peso de 32,8%. Pelo princípio de Pareto (Figura 29), o subcritério B4 (Custo com seguro) é o que teve menos relevância, tendo um peso de apenas 8,1%, e pode ser retirado desta estrutura hierárquica, a consistência da matriz é de 1,8%. Ainda cabe ressaltar que tal análise faz todo o sentido, tendo em vista o fato de estar sendo considerada uma região nova e para um empreendimento que será implantado, onde esse tipo de critério ainda não tem um peso significativo.

**Figura 29. Diagrama de Pareto para os subcritérios de Custo.**



Fonte: Autor

Portanto, a nova matriz ajustada dos julgamentos agregados, a normalizada e as novas prioridades dos subcritérios do critério Custo foram definidas conforme as Tabelas 16 e 17.

**Critério - Custo**

**Subcritérios**

- B1 - Custo de transporte;**
- B2 - Custo de mão de obra;**
- B3 - Custo de energia;**
- B4 - Preço da terra**

**Tabela 16. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Custo.**

Custo	B1	B2	B3	B4
B1	1	1,990	2,277	1,386
B2	0,503	1	1,365	0,968
B3	0,439	0,733	1	0,990
B4	0,721	1,033	1,011	1
<b>Soma</b>	<b>2,663</b>	<b>4,756</b>	<b>5,652</b>	<b>4,344</b>

Fonte: Autor

**Tabela 17. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Custo.**

Custo	B1	B2	B3	B4	Prioridades
B1	0,376	0,418	0,403	0,319	0,379
B2	0,189	0,210	0,241	0,223	0,216
B3	0,165	0,154	0,177	0,228	0,181
B4	0,271	0,217	0,179	0,230	0,224

$$\lambda_{\max} = 4,030; IC = 0,010 \text{ e } RC = 0,011 \text{ ou } 1,1\%$$

Fonte: Autor

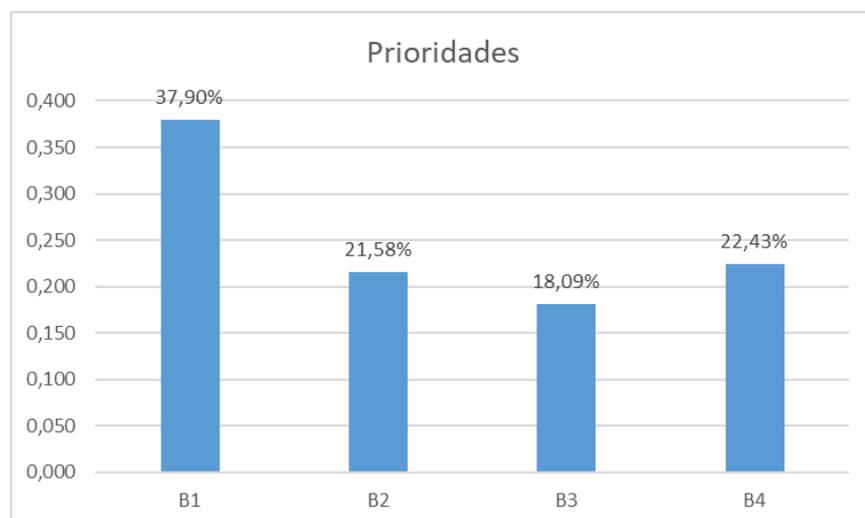
A matriz ajustada permanece consistente com uma RC de 1,1%. O subcritério B1 (Custo de transporte) segue como o de maior peso, 37,9%, mas o subcritério B4 (Preço da terra) assumiu o segundo lugar na ordem de prioridade com 22,4% do peso, superando o B2 (Custo da mão de obra) (Figura 30).

No artigo de Hassan, Chakma e Hasan (2020), o custo de salários e remunerações (mão de obra) obteve o maior peso, respondendo por 41,2%. Isto porque, provavelmente, por ser uma análise de localização de um sistema de armazenagem frigorificado, o nível de especialização do profissional é ainda maior quando comparado ao graneleiro, o que, no entender dos especialistas, tem um peso maior para o critério custo na escolha do local onde instalar a unidade armazenadora.

Na pesquisa de Khaengkhan *et al.* (2019), os itens preço da terra e custo de mão de obra foram considerados critérios e não subcritérios de um critério de custo. Contudo, depois do peso encontrado na matriz de comparação para o critério tamanho de área, esses dois critérios foram considerados os de maior importância, respectivamente.

No caso deste trabalho, fica evidenciada a percepção em relação à deficiência logística do país que impacta nos preços dos grãos e na competitividade, como ressaltaram Cicolin e Oliveira (2016), Oliveira *et al.* (2015), Milanez (2014), bem como pelo fato da melhor localização possibilitar a diminuição de custo da movimentação das cargas (Bingqing; Liting, 2020).

**Figura 30. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 04 subcritérios do critério Custo.**



Fonte: Autor

#### 4.2.3.3 Socioeconômico

As tabelas 18 e 19 apresentam a matriz dos julgamentos agregados dos subcritérios que pertencem ao critério Socioeconômico, bem como a matriz normalizada, com os cálculos das prioridades de cada critério conforme o resultados dos especialistas, bem como a razão de consistência encontrada.

##### Critério - Socioeconômico

##### Subcritérios

- C1 - Produção agrícola;
- C2 - Mão de obra qualificada;
- C3 - Índice de atração agropecuária para aquisição de insumos e maquinários; e
- C4 - PIB do agronegócio.

**Tabela 18. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Socioeconômico.**

Socioeconômico	C1	C2	C3	C4
C1	1	6,170	4,089	3,973
C2	0,162	1	0,882	1,004
C3	0,245	1,133	1	1,370
C4	0,252	0,996	0,730	1
<b>Soma</b>	<b>1,658</b>	<b>9,300</b>	<b>6,701</b>	<b>7,347</b>

Fonte: Autor

**Tabela 19. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Socioeconômico.**

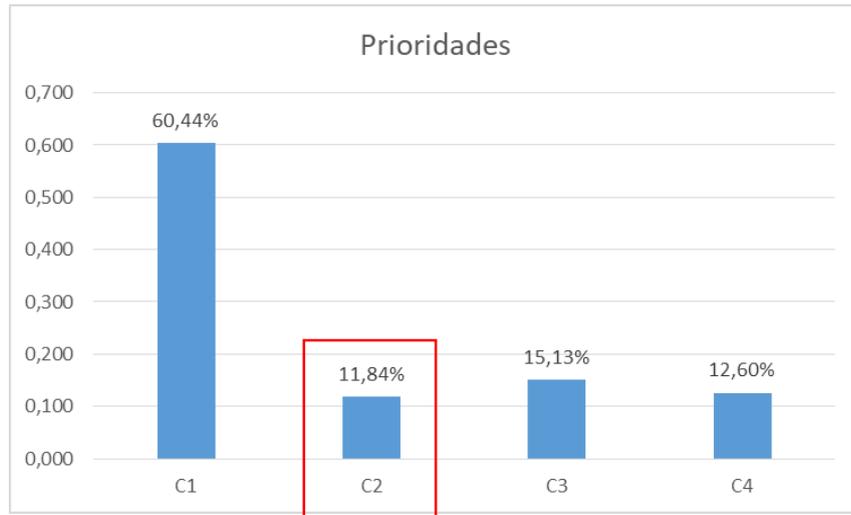
Socioeconômico	C1	C2	C3	C4	Prioridades
C1	0,603	0,663	0,610	0,541	0,604
C2	0,098	0,108	0,132	0,137	0,118
C3	0,147	0,122	0,149	0,187	0,151
C4	0,152	0,107	0,109	0,136	0,126

$$\lambda_{\text{máx}} = 4,027; IC = 0,009 \text{ e } RC = 0,010 \text{ ou } 1,0\%$$

Fonte: Autor

Em relação ao critério Socioeconômico, o subcritério principal, conforme a decisão do grupo de especialistas, é o C1 (Produção agrícola), que possui um peso de 60,4%. Os demais seguem bem próximos, sendo que o subcritério que possui menor peso é o C2 (Mão de obra qualificada), com 11,8% (Figura 31). Além da possibilidade de exclusão atribuindo o Princípio de Pareto, o fato de essa região ter poucos armazéns, conforme afirmaram Procópio et al. (2019), justifica a indisponibilidade de mão de obra qualificada no setor de armazenagem na Região do SEALBA.

**Figura 31. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz para 04 subcritérios do critério Socioeconômico.**



Fonte: Autor

Assim, as matrizes (com os julgamentos agregados e, posteriormente, normalizadas) foram ajustadas com três subcritérios, definindo novos valores de prioridade de acordo com as Tabelas 20 e 21.

**Critério - Socioeconômico**

**Subcritérios**

**C1 - Produção agrícola;**

**C2 - Índice de atração agropecuária para aquisição de insumos e maquinários; e**

**C3 - PIB do agronegócio.**

**Tabela 20. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Socioeconômico.**

Socioeconômico	C1	C2	C3
C1	1	4,089	3,707
C2	0,245	1	1,250
C3	0,270	0,800	1
<b>Soma</b>	<b>1,514</b>	<b>5,889</b>	<b>5,957</b>

Fonte: Autor

**Tabela 21. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Socioeconômico.**

Socioeconômico	C1	C2	C3	Prioridades
C1	0,660	0,694	0,622	0,659
C2	0,161	0,170	0,210	0,180
C3	0,178	0,136	0,168	0,161

$$\lambda_{\max} = 3,012; IC = 0,006 \text{ e } RC = 0,010 \text{ ou } 1,0\%$$

Fonte: Autor

A matriz continuou consistente com uma RC de 1,0%. A ordem dos subcritérios ficou C1 (Produção agrícola), 65,9%, C2 (Índice de atração agropecuária para aquisição de insumos e maquinários), 18,0% e C3 (PIB do agronegócio), 16,1%, conforme a Figura 32.

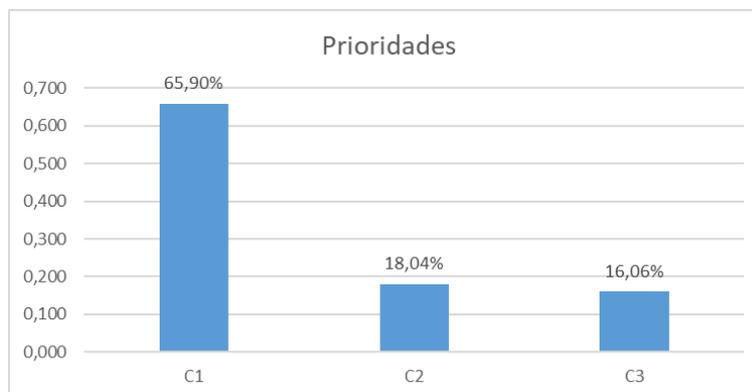
No artigo de Gergin *et al.* (2023), a matriz AHP para localização de armazéns para recebimento de soja na Turquia indicou o critério de potencial de produção de oleaginosas como o de maior peso, mostrando a percepção dos agentes envolvidos neste setor de que o potencial produtivo é um critério de suma importância para definição da melhor localização de uma estrutura de armazenagem.

O critério mercado do trabalho de Shukla, Hota e Sharma (2017) é considerado a região de produção, de cultivo, ou seja, similar ao subcritério produção agrícola desta pesquisa. Adicionalmente, foi o critério que obteve o maior peso em comparação aos demais.

Souza, Oliveira e Souza (2024) entenderam que o subcritério produção agrícola deveria pertencer ao critério agroambiental, mas, comparando com os subcritérios índice de atração de insumos, índice de atração de maquinários e PIB do agronegócio, que fizeram parte do critério socioeconômico, o subcritério relacionado à produção teve o maior peso nesse trabalho.

No caso deste trabalho, optou-se por consolidar em um só subcritério os subcritérios índice de atração agropecuária de insumos e índice de atração de maquinários do artigo de Souza, Oliveira e Souza (2024), até por observar que, nos resultados obtidos no AHP pesquisado por esses autores, os pesos foram iguais.

**Figura 32. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 03 subcritérios do critério Socioeconômico.**



Fonte: Autor

#### 4.2.3.4 Ambiental

Por fim, a análise da matriz agregada de julgamento do critério Ambiental, bem como sua normalização e cálculo de prioridades, gerou o resultado observado nas Tabelas 22 e 23.

##### Critério - Ambiental

##### Subcritérios

- D1 - Exclusão de áreas indígenas e quilombolas;
- D2 - Exclusão de áreas unidades de conservação;
- D3 - Desenvolvimento futuro;
- D4 - Impactos ecológicos; e
- D5 - Poluição do ar.

**Tabela 22. Matriz de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Ambiental.**

Ambiental	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	1,123	1,539	0,763	1,513
D2	0,890	1	1,681	1,139	1,221
D3	0,650	0,595	1	0,864	1,125
D4	1,311	0,878	1,158	1	1,231
D5	0,661	0,819	0,889	0,812	1
<b>Soma</b>	<b>4,512</b>	<b>4,415</b>	<b>6,267</b>	<b>4,578</b>	<b>6,090</b>

Fonte: Autor

**Tabela 23. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Ambiental.**

<b>Ambiental</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>Prioridades</b>
D1	0,222	0,254	0,246	0,167	0,248	0,227
D2	0,197	0,226	0,268	0,249	0,200	0,228
D3	0,144	0,135	0,160	0,189	0,185	0,162
D4	0,291	0,199	0,185	0,218	0,202	0,219
D5	0,146	0,186	0,142	0,177	0,164	0,163

$$\lambda_{\text{máx}} = 5,046; IC = 0,012 \text{ e } RC = 0,010 \text{ ou } 1,0\%$$

Fonte: Autor

Três subcritérios se destacam, com pesos muito próximos: D1 (Exclusão de áreas indígenas e quilombolas), D2 (Exclusão de áreas unidades de conservação) e D4 (Impactos ecológicos), com 22,7, 22,8 e 21,9% de peso, respectivamente. Entretanto, similarmente ao artigo de Souza, Oliveira, Souza (2024), os subcritérios D1 e D2 foram utilizados para excluir alternativas/municípios que possuam tanto áreas indígenas e quilombolas, quanto de unidades de conservação.

Já o subcritério D5 (Poluição do ar) também foi retirado do cálculo de peso, tendo em vista que a poluição gerada pelo futuro armazém graneleiro independe da localização onde será instalado, pois obedecerá às mesmas variáveis, já que o modelo de armazém proposto é padrão.

Portanto, a nova matriz ajustada terá apenas dois subcritérios, como representado nas figuras 24 e 25.

#### **Critério - Ambiental**

##### **Subcritérios**

**D1- Desenvolvimento futuro;e**

**D2 - Impactos ecológicos;**

**Tabela 24. Matriz ajustada de julgamentos agregados dos subcritérios do critério Ambiental.**

<b>Ambiental</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>
D1	1	0,864
D2	1,158	1
<b>Soma</b>	<b>2,158</b>	<b>1,864</b>

Fonte: Autor

**Tabela 25. Matriz normalizada com prioridades calculadas dos subcritérios do critério Ambiental.**

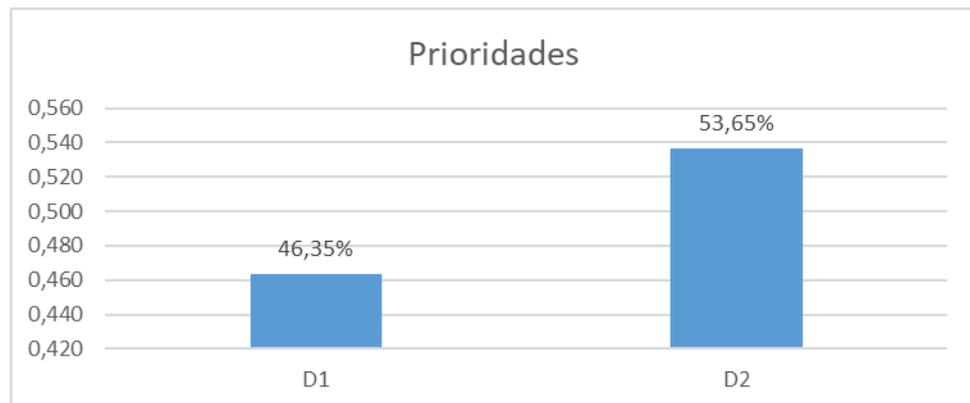
Ambiental	D1	D2	Prioridades
D1	0,463	0,463	0,463
D2	0,537	0,537	0,537

$$\lambda_{\text{máx}} = 2,000; IC = 0,000 \text{ e } RC = 0,000 \text{ ou } 0,0\%$$

Fonte: Autor

Para 02 subcritérios a consistência é perfeita, ou seja, a  $RC = 0$ . Os pesos finais ficaram D1 (Desenvolvimento futuro) 46,3% e D2 (Impactos ecológicos) 53,7%, Figura 33.

**Figura 33. Prioridades calculadas pelos julgamentos agregados da matriz ajustada para 02 subcritérios do critério Ambiental.**



Fonte: Autor

Assim sendo, a quantidade de critérios e subcritérios foi ajustada para quatro critérios e 13 subcritérios, como apresentado na Tabela 26.

**Tabela 26. Critérios e subcritérios ajustados da AHP de localização de armazéns graneleiros no SEALBA e seus respectivos pesos.**

<b>Critérios</b>	<b>Peso</b>	<b>Subcritérios</b>	<b>Descrição</b>	<b>Peso</b>
<b>Acessibilidade</b>	0,184	A1	Proximidade do sistema viário federais (km)	0,273
		A2	Proximidade de portos e terminais (km)	0,142
		A3	Distância do armazéns para a zona de produção (km)	0,399
		A4	Distância do armazém ao centro de consumo (km)	0,186
<b>Custo</b>	0,145	B1	Custo de transporte (R\$/ton)	0,379
		B2	Custo da mão de obra (R\$/dia)	0,216
		B3	Custo de energia (R\$/kwh)	0,181
		B4	Preço da terra (R\$/ha)	0,224
<b>Socioeconômico</b>	0,337	C1	Índice de Atração Agropecuária para Insumos e Maquinários	0,180
		C2	Produção agrícola soja e milho (toneladas)	0,659
		C3	PIB Agropecuário (milhões R\$)	0,161
<b>Ambiental</b>	0,335	D1	Impacto Ecológico (Índice de substituição de floresta por lavoura - milho e soja)	0,463
		D2	Desenvolvimento Futuro (Índice de Desenvolvimento da Agropecuária Municipal - IDAM)	0,537

Fonte: Autor

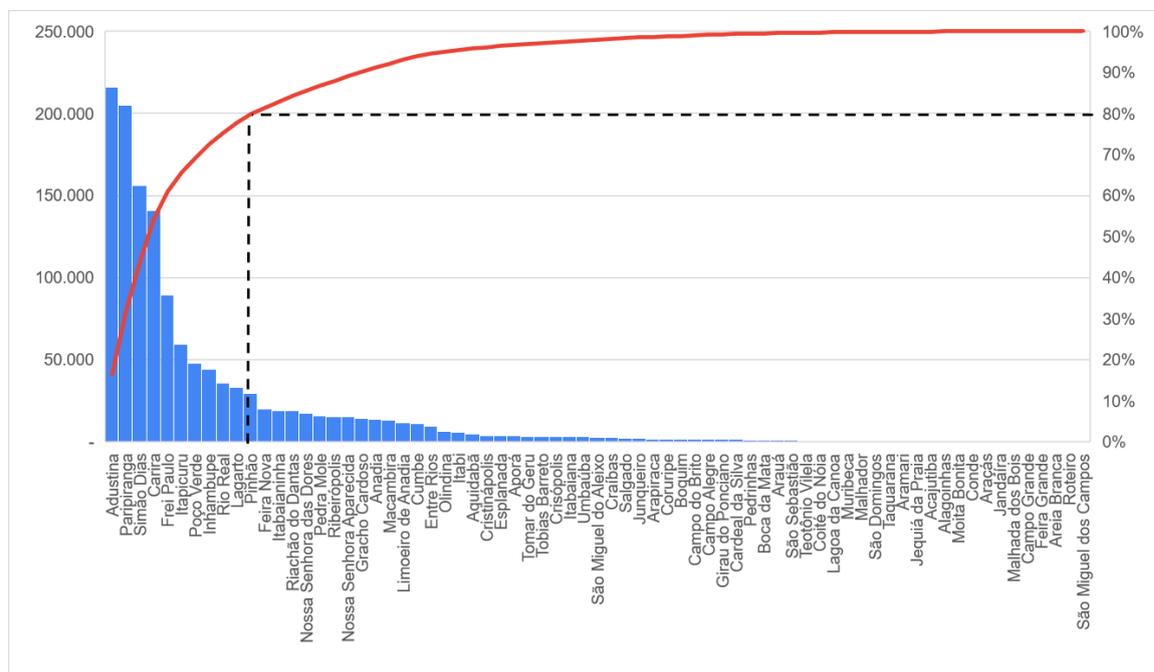
#### 4.2.4 Definição das alternativas

As alternativas foram definidas com base nos 71 municípios produtores de soja e milho da região do SEALBA, nos estados de Sergipe, Bahia e Alagoas, presentes na Tabela 3, apresentada na metodologia do trabalho, seguindo três passos.

1º passo.

A utilização do Princípio de Pareto contribuiu para definir quais são os principais municípios produtores que representam 80% da produção de todo SEALBA, conforme Figura 34.

**Figura 34. Diagrama de Pareto dos principais municípios produtores de soja e milho da Região do SEALBA.**



Fonte: Autor

O resultado obtido no diagrama foi a sugestão de 10 municípios, sendo cinco municípios do Estado da Bahia, sendo eles: Adustina, Paripiranga, Itapicuru, Inhambupe e Rio Real, e cinco de Sergipe, como: Simão Dias, Carira, Frei Paulo, Poço Verde e Lagarto.

Contudo, tendo em vista a possibilidade de crescimento na produção de soja no Estado de Alagoas, sobretudo em áreas de cana de açúcar, conforme afirmaram Santiago *et al.* (2019) e pelo fato de o município de Frei Paulo – SE ter unidade de conservação e, por isso, devendo ser excluído, em função do critério Ambiental, já se diminuem dois municípios dentre as alternativas do diagrama.

Todavia, ainda que se tenha reduzido o número de critérios e subcritérios, é importante não ter um número tão elevado de alternativas, conforme abordou Saaty (1990), em que esse autor sugere a comparação de no máximo nove alternativas, para evitar demasiada inconsistência.

2º passo.

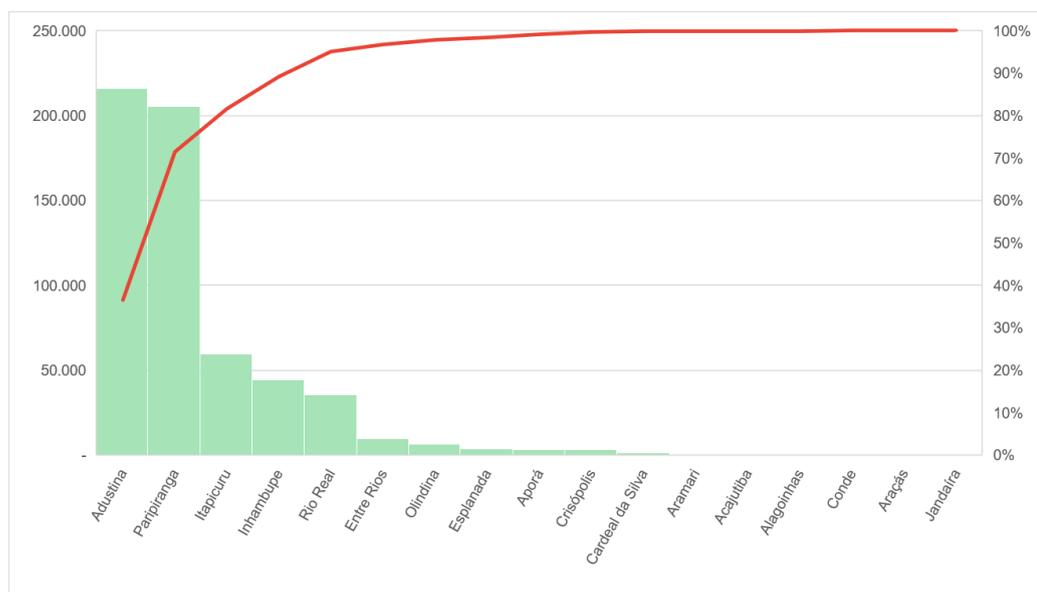
Assim, buscando um melhor gerenciamento do processo, decidiu-se por cinco alternativas, sendo que, como a Bahia e Sergipe possuem os 10 municípios mais representativos, a escolha seguiu por duas alternativas da Bahia, duas de Sergipe e uma de Alagoas.

3º passo.

Aplicou-se Pareto para os três estados, a fim de escolher as opções mais relevantes.

A Figura 35 mostra a representação dos municípios do Estado da Bahia mais relevantes na produção de soja e milho na Região do SEALBA, tendo como escolha, portanto, Adustina e Paripiranga.

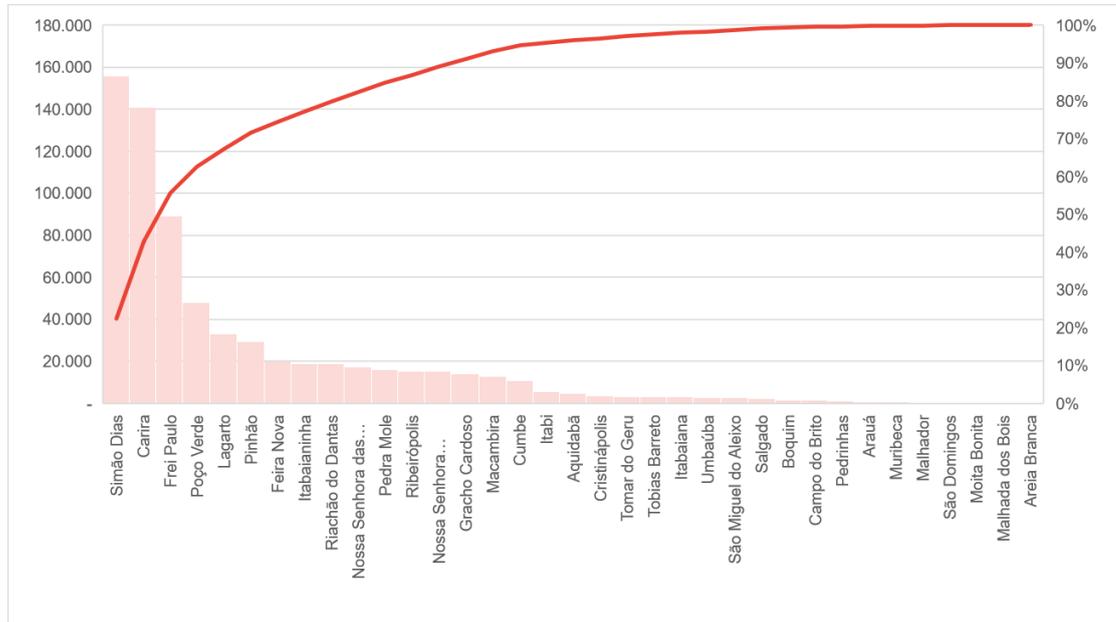
**Figura 35. Diagrama de Pareto para os municípios da Bahia mais significativos na produção de soja e milho**



Fonte: Autor

Já na Figura 36 são os municípios do Estado de Sergipe mais relevantes na produção de soja e milho na Região do SEALBA, tendo como escolha, portanto, Simão Dias e Carira.

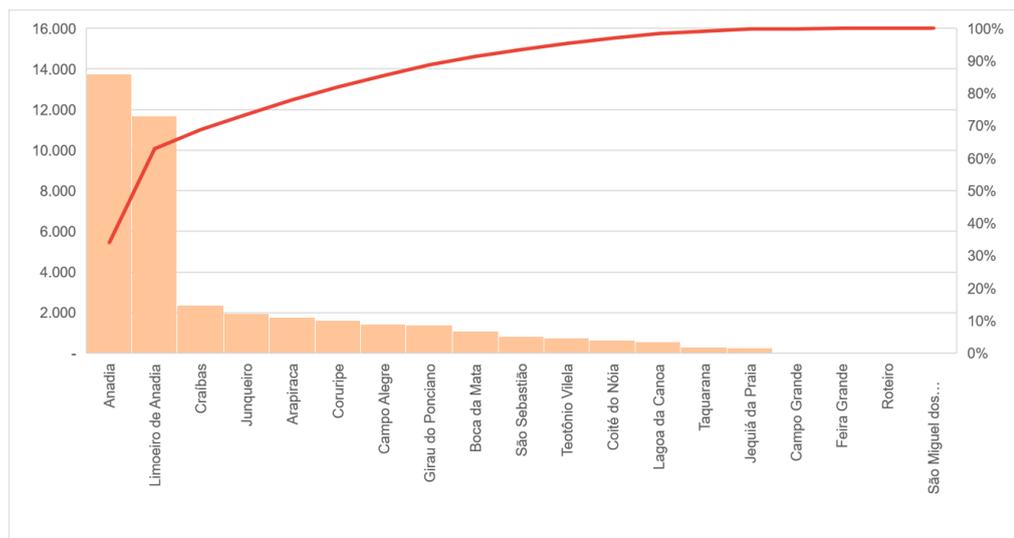
**Figura 36. Diagrama de Pareto para os municípios de Sergipe mais significativos na produção de soja e milho**



Fonte: Autor

E na Figura 37 estão os municípios do Estado de Alagoas mais relevantes na produção de soja e milho na Região do SEALBA. Neste caso, portanto, a opção foi Anadia.

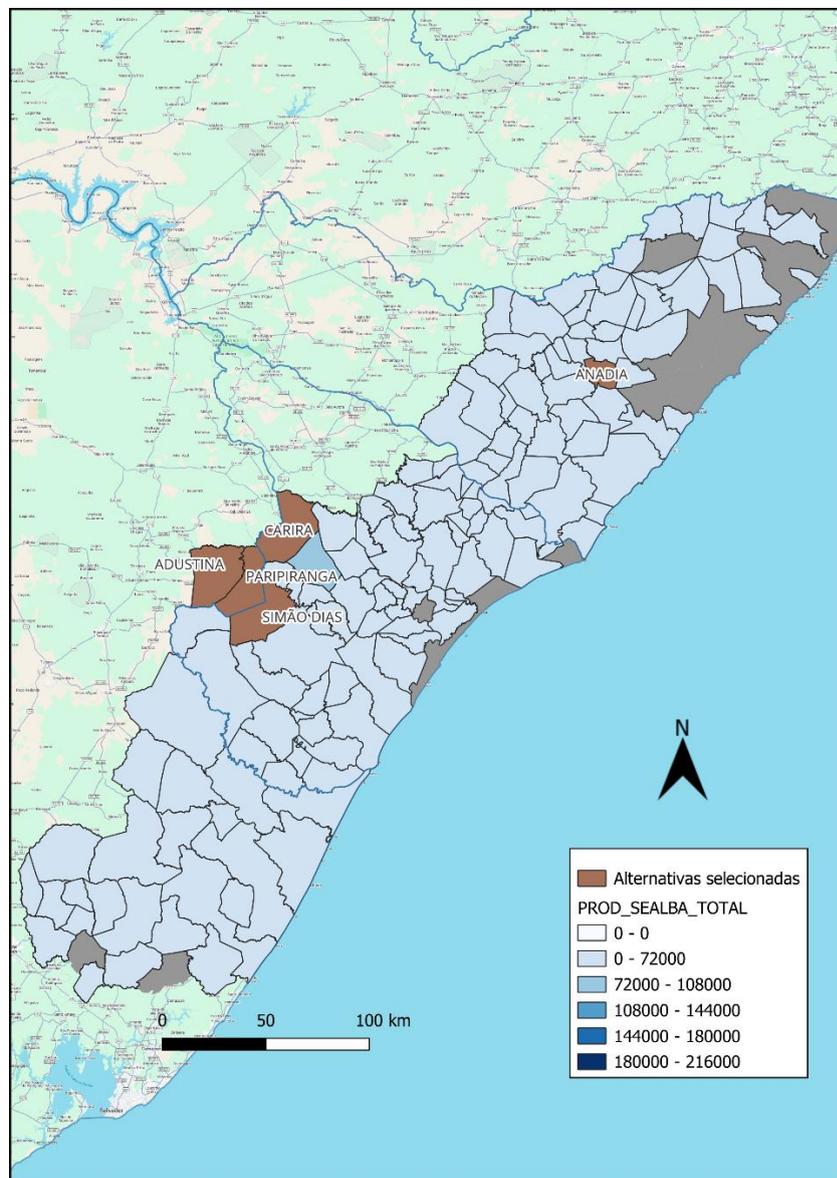
**Figura 37. Diagrama de Pareto para os municípios de Alagoas mais significativos na produção de soja e milho**



Fonte: Autor

A Figura 38 mostra a localização exata dos municípios do SEALBA, definidos como alternativas de localização de um armazém graneleiro.

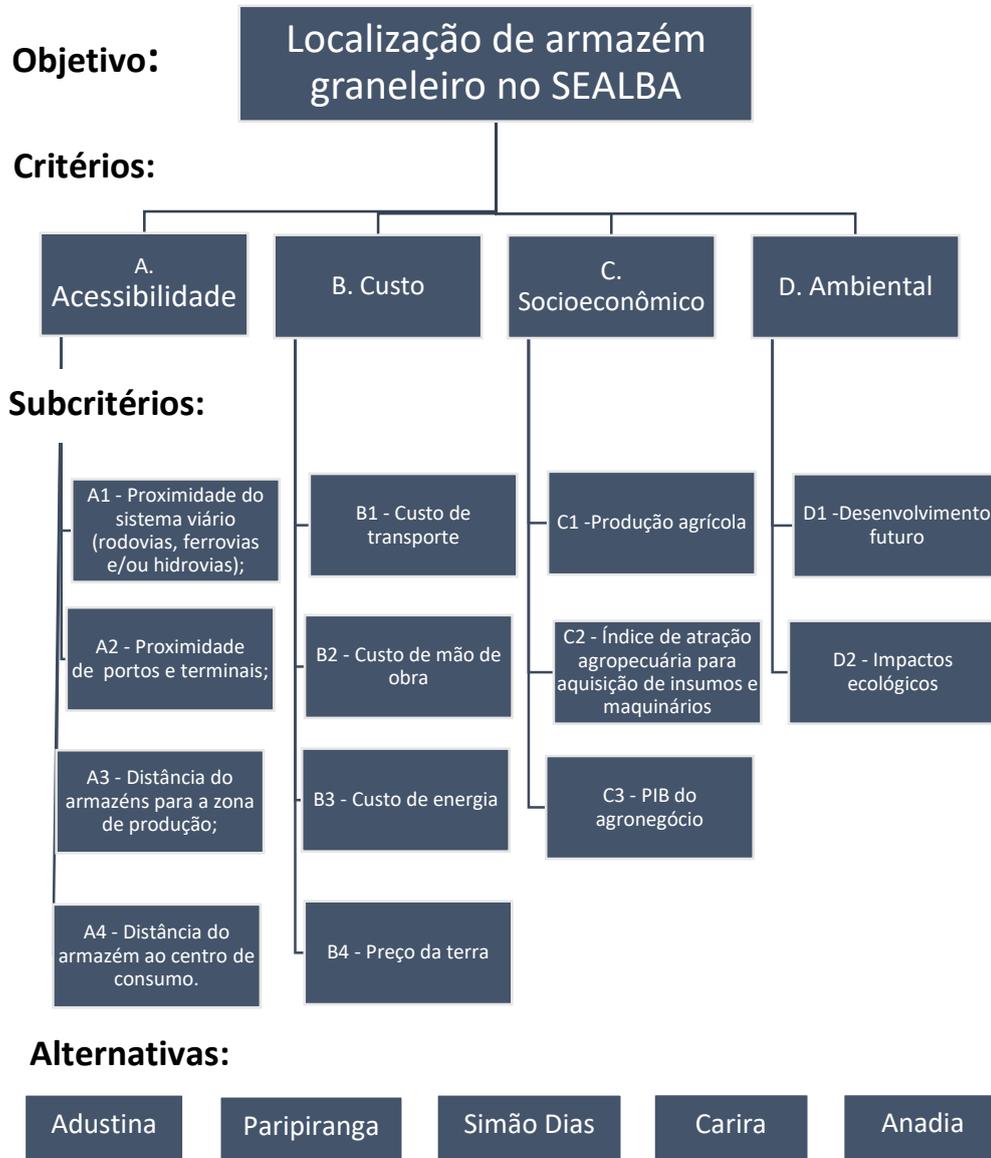
**Figura 38. Mapa com as alternativas de localização de armazéns no SEALBA**



Fonte: IBGE (2024), elaborado pelo autor

Assim, a estrutura hierárquica do AHP completa para tomada de decisão da melhor localização de instalação de um armazém graneleiro no SEALBA deste trabalho ficou definida de acordo com a Figura 39.

**Figura 39. Estrutura Hierárquica da AHP para tomada de decisão sobre localização de unidade armazenadora no SEALBA**



Fonte: Autor

#### 4.2.5 Levantamento de parâmetros dos subcritérios, cálculo da AHP para as alternativas e ranqueamento.

A região do SEALBA é relativamente nova e com poucos trabalhos publicados que possam colaborar como referência com vistas a subsidiar o entendimento dos diversos especialistas contatados para subsidiar a escolha da melhor alternativa. Foram encontrados apenas três trabalhos no *Scopus* e *Web of Science* (são os mesmos artigos) e nove na base *International System for Agricultural Science and*

*Technology* – AGRIS, sendo que três desses artigos são os mesmos das últimas duas bases, além das publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

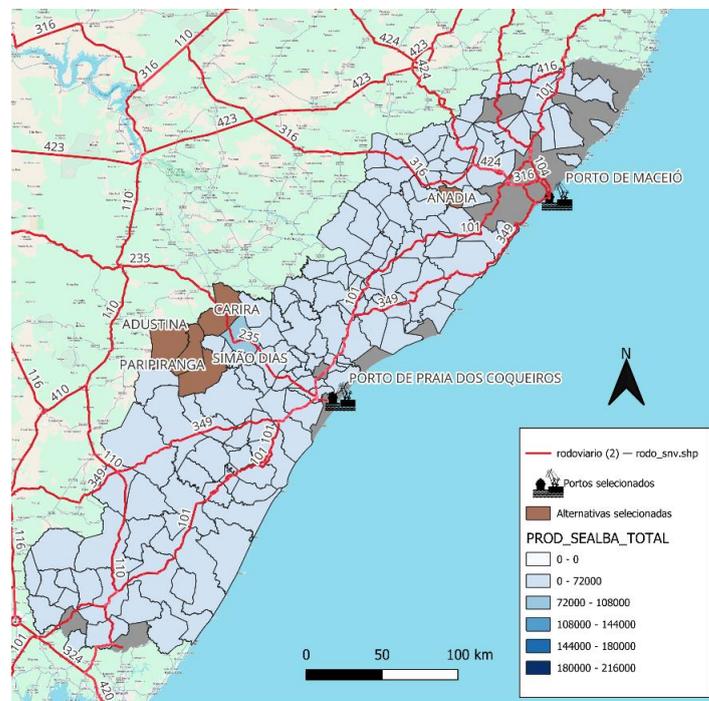
Por essa razão, com vistas a auxiliar na análise dos participantes e nos julgamentos, foram pesquisados os parâmetros de cada subcritério.

Para o cálculo das distâncias de todos os critérios do subcritério Acessibilidade, foi utilizado o *Google Maps*.

Para o subcritério A1 (Proximidade do sistema viário), foram pesquisadas as distâncias das alternativas das principais rodovias federais que circundam a Região do SEALBA plotadas no QGIS (Figura 40) da base de dados em extensão *shapefile* do DNIT (2024), considerando para Adustina a BR-110, para Paripiranga e Simão Dias a BR 349, Carira a BR 235 e Anadia a BR 316.

No caso do subcritério A2 (Proximidade de portos e terminais), foi usada a base de dados com extensão *shapefile* da Antaq (2024), considerando as distâncias de Adustina, Paripiranga, Simão Dias e Carira até o porto de Barra dos Coqueiros/SE e para Anadia o porto de Maceió.

**Figura 40. Mapa do SEALBA com as alternativas, rodovias e portos**



Fonte: Autor

No caso do subcritério A3 (Distância dos armazéns à zona de produção), levou-se em consideração um posicionamento da estrutura a 1 km dos limites da cidade e a proximidade com a propriedade rural produtora de grãos mais próxima, pesquisada na plataforma de uso e cobertura do MapBiomias (2024).

Para definição dos parâmetros do subcritério A4 (Distância do armazém ao centro de consumo), levaram-se em consideração os três principais municípios produtores de avicultura de corte e postura, que foram São Bento do Una - PE, Beberibe - CE e Conceição de Feira –BA. No caso da Bahia foram retirados os municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras, por serem atendidos pelo MATOPIBA, segundo dados da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE (2024). Foi realizada a média ponderada dos três municípios da produção de aves pela distância, calculada no *Google Maps*.

Para os subcritérios do critério Custo, o B1 (Custo de transporte) foi calculado tomando por base a distância do armazém e o centro de consumo pelo piso mínimo do frete da ANTT (2024), conforme Resolução nº 6.034 de 18/01/24, para carga lotação – granel sólido de 32 toneladas (3 eixos). Para B2 (Preço da terra), foi usada a informação da EMDAGRO (2024) para os municípios de Sergipe e para os municípios da BA, utilizou-se o valor máximo da terra nua (VTN), tendo em vista a valorização em regiões produtoras, do Relatório do Mercado de Terras do Estado da Bahia (RAMT) do Incra (2020) e para Anadia-AL, também foi utilizado o valor máximo da terra nua (VTN) do Relatório do Mercado de Terras do Estado de Alagoas (RAMT) do Incra (2022).

O subcritério B3 (Custo da mão de obra) foi coletado junto aos produtores da região por contato estabelecido por funcionários da Conab nos estados. O B4 (Custo de energia) foi retirado do relatório de tarifas da Aneel (2024) tipo convencional das empresas ESSE (Sergipe), Coelba (BA) e Ceal (Alagoas).

Para o critério Socioeconômico, o C1 (Índice de Atração Agropecuária para Insumos e Maquinários) foi calculado com base nos dados de Regiões de Influência das Cidades – REGIC/2018 (IBGE, 2024) e na metodologia do cálculo do índice de atração (IA) do IBGE (2020), conforme fórmula abaixo:

$$IAA_j = (VP_a * \%_{a \rightarrow j} + VP_b * \%_{b \rightarrow j} + \dots + VP_n * \%_{n \rightarrow j})$$

Onde:

$IAA_j$  é o Índice de Atração Agropecuária da cidade J;

$VP_a$  é o valor da produção agropecuária da cidade A; e

$\%_{a \rightarrow j}$  é o percentual atribuído pela cidade A ao destino J.

O resultado para cada alternativa foi a soma do índice de Índice de Atração de Insumo com o índice de Atração de Maquinários.

No caso do subcritério C2 (Produção agrícola de soja e milho), foram utilizados os dados da base de Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (2023) e para o C3 (PIB Agropecuário), a base de dados do Produto Interno Bruto dos Municípios do IBGE (2024b).

Em relação aos subcritérios do critério Ambiental, o D1 (Impacto Ecológico) teve como parâmetro o índice de substituição de floresta por agropecuária, da série histórica de 1985 a 2022, do MapBiomas (2024), dividindo a quantidade de área em hectare de floresta que foi substituída pela agropecuária pela área total do município. Para D2 (Desenvolvimento Futuro), foram utilizados os índices de desenvolvimento da agropecuária municipal – IDAM, da Confederação Nacional dos Municípios (CNM) (2024).

Neste trabalho, a opção não foi utilizar o método de Quebra Natural (Jenks, 1967), como foi feito no artigo de Souza, Oliveira e Souza (2024), visto que os dados coletados serviriam como parâmetros para os julgamentos par a par dos especialistas no AHP tradicional e como base para os cálculos do AHP + matriz de decisão.

Assim, o resultado dos parâmetros dos subcritérios para cada alternativa está representado na Tabela 27.

**Tabela 27. Parâmetros dos subcritérios do AHP para definição de matriz de decisão**

<b>Subcritérios</b>	<b>Cód.</b>	<b>Carira (SE)</b>	<b>Simão Dias (SE)</b>	<b>Paripiranga (BA)</b>	<b>Adustina (BA)</b>	<b>Anadia (AL)</b>
Proximidade do sistema viário federais (km)	<b>A1</b>	2,4	30,0	36,0	47,0	27,2
Proximidade de portos e terminais (km)	<b>A2</b>	133,0	128,0	138,0	184,0	98,4
Distância do armazéns para a zona de produção (km)	<b>A3</b>	0,5	0,8	1,5	0,6	2,0
Distância do armazém ao centro de consumo (km)	<b>A4</b>	514	549	538	498	395
Custo do Transporte (R\$/ton)	<b>B1</b>	85,45	90,24	88,73	83,26	69,15
Preço da Terra (R\$/ha)	<b>B2</b>	49.500,00	31.500,00	28.335,30	28.335,30	36.712,50
Custo de mão de obra (R\$ /dia)	<b>B3</b>	100,00	80,00	75,00	75,00	65,00
Custo de energia (kwh)	<b>B4</b>	0,678	0,678	0,749	0,749	0,75
Índice de Atração Agropecuária para Insumos e Maquinários	<b>C1</b>	26,0	148,0	300,0	0,9	0,0
Produção agrícola soja e milho (toneladas)	<b>C2</b>	140.940	156.000	205.200	216.000	13.742
PIB Agropecuário (milhões R\$)	<b>C3</b>	84,25	138,55	158,95	108,04	87,01
Impacto Ecológico (Índice de substituição de floresta por lavoura - milho e soja)	<b>D1</b>	0,029	0,021	0,037	0,037	0,048
Futuro (Índice de Desenvolvimento da Agropecuária Municipal)	<b>D2</b>	0,38	0,31	0,33	0,34	0,39

Fonte: IBGE, ANTT, Aneel, Antaq, Emdagro, Incra, MapBiomias e CNM

Após esta etapa, foi encaminhado um questionário para os especialistas (Apêndice C), já indicando a alternativa mais importante de cada subcritério, para que fizessem as comparações, conforme a escala de Saaty (1990).

Nesta fase, foram recebidas oito respostas das comparações das alternativas, em que, após inseri-las nas matrizes de julgamento, foram feitas as agregações dos julgamentos individuais, de acordo com a metodologia proposta por Forman e Peniwati (1998), calculando as prioridades e a consistência de cada matriz agregada.

Na Tabela 28 são apresentados os resultados de forma sintetizada com os pesos das prioridades calculadas, bem como a razão de consistência (RC).

**Tabela 28. Resultado das prioridades obtidas dos julgamentos agregados de cada subcritério para as 05 alternativas e a RC da matriz de cada subcritério.**

Critérios	Subcrit.	Carira (SE)	Simão Dias (SE)	Paripiranga (BA)	Adustina (BA)	Anadia (AL)	$\lambda_{\max}$	IC	RC
Acessibilidade	A1	0,566	0,135	0,086	0,048	0,164	5,262	0,065	0,058
	A2	0,177	0,212	0,117	0,057	0,438	5,150	0,037	0,033
	A3	0,293	0,210	0,136	0,248	0,113	5,021	0,005	0,005
	A4	0,160	0,078	0,099	0,219	0,444	5,049	0,012	0,011
Custo	B1	0,160	0,078	0,099	0,219	0,444	5,049	0,012	0,011
	B2	0,054	0,123	0,227	0,186	0,410	5,135	0,034	0,030
	B3	0,325	0,325	0,133	0,127	0,090	5,012	0,003	0,003
	B4	0,048	0,186	0,344	0,329	0,092	5,155	0,039	0,035
Socioeconômico	C1	0,144	0,262	0,498	0,049	0,047	5,446	0,112	0,100
	C2	0,105	0,148	0,308	0,404	0,035	5,299	0,075	0,067
	C3	0,067	0,286	0,407	0,153	0,086	5,127	0,032	0,028
Ambiental	D1	0,109	0,391	0,255	0,180	0,065	5,146	0,037	0,033
	D2	0,287	0,073	0,116	0,158	0,366	5,099	0,025	0,022

Fonte: Autor

Como pode ser observado na Tabela 32, todas as matrizes julgadas foram consistentes.

Por fim, foi calculado o peso final por meio da fórmula, tomando como base os pesos calculados de cada critério e subcritério:

$$\begin{aligned} \sum &= 0,184 * (0,273_{A1} + 0,142_{A2} + 0,399_{A3} + 0,186_{A4}) + 0,145 \\ &\quad * (0,379_{B1} + 0,216_{B2} + 0,181_{B3} + 0,224_{B4}) + 0,337 \\ &\quad * (0,180_{C1} + 0,659_{C2} + 0,161_{C3}) + 0,335 * (0,463_{D1} + 0,537_{D2}) \end{aligned}$$

Após calculados na fórmula os pesos finais para cada alternativa, tivemos o seguinte resultado apresentado na Tabela 29.

**Tabela 29. Resultado AHP tradicional**

Alternativa	Resultado	Ranking
Paripiranga (BA)	0,229	1
Adustina (BA)	0,219	2
Simão Dias (SE)	0,191	3
Carira (SE)	0,185	4
Anadia (AL)	0,177	5

Fonte: Autor

Portanto, para o problema de melhor localização de um armazém graneleiro a ser instalado na Região do SEALBA, o AHP indicou a alternativa Paripiranga (BA), seguida de Adustina (BA). No entanto, nota-se que as prioridades finais ficaram bem próximas.

Pode-se notar que os critérios Socioeconômico e Ambiental foram, de fato, os que determinaram o resultado, visto que os pesos obtidos nos subcritérios dos critérios de Acessibilidade e Custo para as alternativas Carira (SE) e Anadia (AL) foram maiores do que nas demais alternativas. Por isso, provavelmente, houve influência na proximidade das prioridades das alternativas.

Segundo a afirmação de Costa *et al.* (2016), o método multicritério AHP permite que sejam feitas comparações tanto de critérios qualitativos quanto quantitativos.

Como já citado, o AHP pode ser usado em combinação com diversos outros métodos. Alguns autores, como Raos *et al.* (2024), Gomes *et al.* (2021), Santos, Costa e Gomes (2021), Murena *et al.* (2019) utilizaram matrizes de decisão junto com o AHP para definição dos pesos finais e ranqueamento das alternativas.

Santos, Costa e Gomes (2021) citaram que, uma vez estabelecidas as alternativas, um dos passos desse AHP é a criação de uma matriz de decisão, que deve ser totalmente preenchida, de forma que cada espaço corresponda a uma alternativa e seu respectivo critério/subcritério.

Ainda segundo esses autores, para haver a comparação paritária dos critérios, todos os valores da matriz de decisão devem ser normalizados dentro de cada critério/subcritério. No caso, foi utilizada a média ponderada para normalizar a matriz.

No caso desta pesquisa, a matriz de decisão já está formada, tendo em vista que a Tabela 27 já possui os parâmetros quantitativos de cada alternativa dentro do respectivo subcritério.

Contudo, como para alguns subcritérios em que o menor valor é o mais importante, há a necessidade de inverter os valores:

$$INVa_{ij} = 1/a_{ij}$$

Onde:

$INVa_{ij}$  é o valor invertido do parâmetro inserido na célula da alternativa  $i$  do subcritério  $j$ ;e

$a_{ij}$  é o valor do parâmetro inserido na célula da alternativa  $i$  do subcritério  $j$ .

Assim, a Tabela 30 mostra a matriz de decisão dos subcritérios definidos de localização de armazém na Região do SEALBA, com os dados de cada alternativa, bem como a matriz invertida e normalizada.

**Tabela 30. Matriz de decisão, sua inversão e normalização.**

Tipo	Subcritério	Carira (SE)	Simão Dias (SE)	Paripiranga (BA)	Adustina (BA)	Anadia (AL)	
Matriz de Decisão	A1	2,4	30	36	47	27,2	Inverte esses valores 1/aij
	A2	133	128	138	184	98,4	
	A3	0,5	0,8	1,5	0,6	2	
	A4	514	549	538	498	395	
	B1	85,45	90,24	88,73	83,26	69,15	
	B2	100,00	80,00	75,00	75,00	65,00	
	B3	0,68	0,68	0,75	0,75	0,75	
	B4	49.500,00	31.500,00	28.335,30	28.335,30	36.712,50	
	C1	26	148	300	0,9	0	
	C2	140.940	156.000	205.200	216.000	13.742	
	C3	84,25	138,55	158,95	108,04	87,01	
	D1	0,029	0,021	0,037	0,037	0,048	
	D2	0,380	0,310	0,330	0,340	0,390	
	Tipo	Subcritério	Carira (SE)	Simão Dias (SE)	Paripiranga (BA)	Adustina (BA)	
Matriz de Decisão Invertida	A1	0,417	0,033	0,028	0,021	0,037	0,536
	A2	0,008	0,008	0,007	0,005	0,010	0,038
	A3	2,000	1,250	0,667	1,667	0,500	6,083
	A4	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,010
	B1	0,012	0,011	0,011	0,012	0,014	0,061
	B2	0,010	0,013	0,013	0,013	0,015	0,065
	B3	1,475	1,475	1,335	1,335	1,333	6,953
	B4	0,000020	0,000032	0,000035	0,000035	0,000027	0,000150
	C1	26	148	300	0,9	0	474,9
	C2	140.940	156.000	205.200	216.000	13.742	731.882
	C3	84,25	138,55	158,95	108,04	87,01	576,799
	D1	0,029	0,021	0,037	0,037	0,048	0,172
	D2	0,380	0,310	0,330	0,340	0,390	1,750
	Tipo	Subcritério	Carira (SE)	Simão Dias (SE)	Paripiranga (BA)	Adustina (BA)	Anadia (AL)
Matriz de Decisão Normalizada	A1	0,778	0,062	0,052	0,040	0,069	1,000
	A2	0,197	0,205	0,190	0,142	0,266	1,000
	A3	0,329	0,205	0,110	0,274	0,082	1,000
	A4	0,192	0,179	0,183	0,198	0,249	1,000
	B1	0,193	0,183	0,186	0,198	0,239	1,000
	B2	0,155	0,194	0,207	0,207	0,238	1,000
	B3	0,212	0,212	0,192	0,192	0,192	1,000
	B4	0,135	0,212	0,236	0,236	0,182	1,000
	C1	0,055	0,312	0,632	0,002	0,000	1,000
	C2	0,193	0,213	0,280	0,295	0,019	1,000
	C3	0,146	0,240	0,276	0,187	0,151	1,000
	D1	0,170	0,123	0,215	0,214	0,278	1,000
	D2	0,217	0,177	0,189	0,194	0,223	1,000

Calculando o peso final com os pesos dos critérios e subcritérios dos julgamentos agregados do grupo de especialistas, por meio da fórmula já definida abaixo:

$$\begin{aligned} \sum &= 0,184 * (0,273_{A1} + 0,142_{A2} + 0,399_{A3} + 0,186_{A4}) + 0,145 \\ &* (0,379_{B1} + 0,216_{B2} + 0,181_{B3} + 0,224_{B4}) + 0,337 \\ &* (0,180_{C1} + 0,659_{C2} + 0,161_{C3}) + 0,335 * (0,463_{D1} + 0,537_{D2}) \end{aligned}$$

Obteve-se o resultado com seu devido ranqueamento na Tabela 35.

**Tabela 31. Resultado AHP + Matriz de Decisão**

<b>Alternativa</b>	<b>Resultado</b>	<b>Ranking</b>
<b>Paripiranga (BA)</b>	0,235	1
<b>Carira (SE)</b>	0,218	2
<b>Adustina (BA)</b>	0,207	3
<b>Simão Dias (SE)</b>	0,188	4
<b>Anadia (AL)</b>	0,152	5

Fonte: Autor

Nota-se que, para ambos os casos, Paripiranga – BA continua sendo a principal alternativa para localização de um armazém graneleiro na Região do SEALBA. Contudo, Carira – SE que estava como quarta opção na metodologia baseada no AHP tradicional, subiu no ranking, ficando à frente de Adustina – BA e Simão Dias – SE. Isto porque os pesos dos subcritérios, desta alternativa, na matriz de decisão ficaram maiores que os pesos calculados no AHP tradicional para quase todos os subcritérios de Acessibilidade e Custo e alguns de Socioeconômico e Ambiental.

Anadia – AL continuou como quinta opção. Situação esperada, tendo em vista que, dentro do critério Socioeconômico, que é o que possui o maior peso em relação aos demais, essa alternativa tem os piores pesos dos subcritérios, similar aos entendimentos do grupo de especialistas no AHP tradicional (Tabela 33).

Em suma, neste capítulo, foi apresentada uma estrutura hierárquica bem fundamentada, com os critérios e subcritérios mais relevantes no entendimento dos diversos especialistas consultados para um AHP que tinha como objetivo a tomada de decisão sobre a melhor localização de uma estrutura armazenadora de grãos na região do SEALBA.

O princípio de Pareto utilizado na definição das alternativas, permitiu a escolha, levando em consideração a variável da necessidade de pelo menos um município para cada estado pertencente ao SEALBA, das mais expressivas alternativas para essa estrutura hierárquica.

Por fim, o AHP tradicional e o AHP + DM foram métodos de apoio à decisão que permitiram cenários com certa similaridade, se for considerado o quesito melhor localização, mas com a diferença no ranqueamento, em que os valores quantitativos da matriz de decisão dão peso mais significativo para subcritérios menos considerados nos julgamentos dos especialistas.

## **5 CONCLUSÃO**

Este trabalho, de fato, atendeu o objetivo de definir a melhor localização de armazéns graneleiros em uma região de fronteira agrícola como a do SEALBA, tendo em vista o fato de que é uma nova área em crescimento de produção de soja e milho, com escassez de estruturas de armazenagem dos grãos produzidos (CONAB, 2023b).

Primeiramente, os resultados da revisão sistemática de literatura sobre a tomada de decisão para localização de armazéns, por meio do AHP, apresentaram algumas lacunas, que podem servir de futuros estudos e pesquisas, como: a pouca quantidade de artigos e trabalhos voltados à utilização de AHP como ferramenta de tomada de decisão para localização de armazéns no meio rural, bem como o estabelecimento dos principais critérios e subcritérios utilizados.

Outro ponto observado é que, dentre os critérios e subcritérios encontrados nos artigos mais recentes da literatura sobre esse assunto, não foram encontrados critérios dentre de um eminentemente social, ou seja, há uma lacuna de pesquisa sobre a definição de critérios que identifiquem a influência da unidade armazenadora no contexto social de uma região.

Utilizou-se das comparações par a par e o Princípio de Pareto para reorganizar e sumarizar os critérios, subcritérios e alternativas, montando a estrutura hierárquica. Foram pesquisados parâmetros para elaboração de uma matriz de decisão dos subcritérios e mediante os julgamentos dos especialistas, foram elaboradas as matrizes comparativas, agregados os julgamentos individuais, conforme modelo proposto por Forman; Peniwati (1998).

Calculou-se o AHP tradicional tendo um resultado onde a alternativa de Paripiranga (BA) é a melhor opção e Anadia (AL) a última, situação parecida com o modelo AHP + MD, com a diferença é, neste último, a alternativa Carira (SE) foi ranqueada com 2ª melhor opção, divergindo do AHP tradicional que ficou em 4º lugar no ranqueamento.

Inclusive, pôde ser observado que uma das limitações deste estudo, sobretudo para o AHP tradicional, é a dificuldade de entendimento da metodologia por parte dos especialistas, bem como a tendência de cada especialista realizar, de forma mais crítica, o julgamento dos critérios e subcritérios mais afetos à área de atuação ou especialidade técnica de cada um. Por isso, seria interessante a realização de pesquisas sobre a localização de armazéns graneleiros em áreas de fronteira agrícola utilizando a metodologia do AHP Express, proposta por Leal (2020).

O AHP tem uma infinidade de possibilidades e oportunidades de combinações com outros métodos, em localização de armazéns: AHP associado ao método Grey (ULUTAS et al, 2021), Fuzzy-AHP (SHUKLA; HOTA; SHARMA, 2017), AHP estocástico (Emeç; Akkaya, 2018), AHP + TOPSIS (GERGIN et al, 2023) e o AHP juntamente com Sistema de Informação Geográfica (SIG) (SOUZA; OLIVEIRA; SOUZA, 2024), entre outros. Contudo, a opção por utilização do modelo AHP tradicional e AHP+MD foi a possibilidade de se ter um modelo simples, de fácil entendimento e aplicável, também, para os agentes envolvidos nos setores da armazenagem, principalmente, o AHP+MD.

No entanto, seria muito oportuno, a utilização dos dados coletados para novos trabalhos, principalmente, o modelo do AHP + SIG, pesquisado por Souza; Oliveira; Souza (2024) pela similaridade da região de produção pesquisada. Bem como o método AHP + TOPSIS estudado por Gergin et al. (2023). De qualquer maneira, há inúmeras oportunidades e espaços de pesquisa quando se pretende estudar a localização de armazéns, principalmente os do setor rural brasileiro, utilizando diversas ferramentas de pesquisa operacional.

Uma evolução desta pesquisa pode ser a comparação do método utilizado com outros métodos multicritério, tais como o PROMETHEE ou o ELECTRE. Um outro ponto a ser estudado é, uma vez definido o local principal, conforme proposto, tanto pelo AHP tradicional quanto pelo AHP+MD, qual a capacidade estática ideal desse armazém para atendimento de uma região com potencial de produção e com ausência de estrutura de armazenamento, considerando os diversos critérios apontados na pesquisa.

Por fim, este trabalho contribuiu por ter dimensionado dois modelos de tomada de decisão multicritério para a escolha da melhor localização de um armazém

graneleiro em uma região de fronteira agrícola, que neste trabalho foi escolhido o SEALBA, definindo quais seriam os principais municípios dessa região para posicionar, estrategicamente, unidades armazenadoras. Os setores produtivos podem levar o resultado deste trabalho para a realização de investimentos em armazenagem, com boas possibilidades de retorno econômico, pois dentro dos critérios apontados, foram levados em consideração os aspectos logísticos (acesso e distância), custos, socioeconômicos e aspectos ambientais.

## REFERÊNCIAS

- ACZEL, J.; SAATY, T.L., Procedures for synthesizing ratio judgments. **Journal of Mathematical Psychology** n. 27, p. 93–102, 1983.
- AMARAL, M. do; ALMEIDA, M. S.; MORABITO, R. **modelo de fluxos e localizações de terminais intermodais**. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 717–732, 2012.
- AMUI, L.B.L.; JABBOUR, C.J.C.; DE SOUSA JABBOUR, A.B.L.; KANNAN, D. Sustainability as a dynamic organizational capability: a systematic review and a future agenda toward a sustainable transition. **Journal of cleaner production**, 142, 308–322, 2017.
- ANEEL. **Ranking da Tarifa Residencial – R\$/kWh**. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/rankingtarifas#!>. Acesso em 27 mai. 2024.
- ANTAQ. **Informações Geográficas**. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/central-de-conteudos/informacoes-geograficas>. Acesso em 24 mar. 2024.
- ARSLAN, M. Application of AHP method for the selection of pharmaceutical warehouse location. **Ankara Universitesi Eczacilik Fakultesi Dergisi**, v. 44, n. 2, p. 253–264, 2020.
- AULL-HYDE, R.; ERDOGAN, S.; DUKE, J. M. An experiment on the consistency of aggregated comparison matrices in AHP. **European Journal of Operational Research**, v. 171, n. 1, p. 290–295, 2006.
- BALLOU R. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006
- BARONI, G.; BENEDETI, P.; SEIDEL, D. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. **Revista Thema**, v. 14, n. 4, p. 55–64, 2017. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense.
- BAYRAKCI, M. G.; BAYKOÇ, Ö. F. An integrated modelling approach for an optimal location of warehouses in the defence industry organisation. **Operations Research and Decisions**, v. 33, n. 2, p. 35–52, 2023.
- BERGER, R. T.; COULLARD, C. R.; DASKIN, M. S. Location-routing problems with distance constraints. **Transportation Science**, v. 41, n. 1, p. 29–43, 2007.
- BERNASCONI, M.; CHOIRAT, C.; SERI, R. The analytic hierarchy process and the theory of measurement. **Management Science**, v. 56, n. 4, p. 699–711, 2010.
- BINGQING, F.; LITING, C. Study on Warehouse Site Selection based on AHP. *In*: 5th International Conference on Information Science, Computer Technology and Transportation. ISCTT 2020, Shenyang. **Anais eletrônicos [...]**. Shenyang, 2020. p.276–280.
- BIZERRA, R. C. **O impacto do custo logístico sobre o mercado exportador da soja brasileira**, 2010.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. **Logística Empresarial**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BRANDÃO, T. R.; SOUZA, A.G.V; FARIA, L. O.; SILVA, C dos S.; SIMÃO, K. G, ARAJUJO, M da S.; BERT, M. P. da S. O déficit na capacidade estática de armazenagem de grãos no MATOPIBA. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO, v. 4, n. 1, p. 23 -31. 2018

BRANS, J. P.; VINCKE, PH.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. **European Journal of Operational Research**, v. 24, p. 228–238, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio. Brasil 2020/21 a 2030/31 Projeções de Longo Prazo**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2020-2021-a-2030-2031.pdf>/ view. Acesso em: 28 jul. 2022.

BRISOLA, M. V. Trajetória institucional comparada: instrumento de análise em estudos sobre sistemas agroindustriais e territórios produtivos rurais. In. GUARNIERI, P.; GUIMARÃES, M. C.; THOMÉ, K. M. (Org.) **Agronegócios: perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2020, p. 47-76.

CAIXETA FILHO, J. V. Logística para a agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Comércio Exterior**, n. 103, p. 18-30. 2010.

CARVALHO, H. W. L. DE; SANTOS, M. X. DOS; LEAL, M. D. L. D. S.; PACHECO, C. A. P.; TABOSA, J. N. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de milho em treze ambientes nos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2225–2234, 1999.

CARVALHO, V. S.; FILLIPI, A. C. G.; GUARNIERI, P. Diagnóstico de ações coletivas rurais no Distrito Federal: um estudo no âmbito logístico. **Gestão & Regionalidade**, v. 36, n. 109, p. 78-95, 2020.

CASTILLO, R.; FREDERICO, S. Espaço geográfico, produção e movimento: uma reflexão sobre o conceito de circuito espacial produtivo. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 22 (3): 461-474, 2010.

CASTRO, C. N. de. O Agronegócio e os desafios da infraestrutura de transporte na região Centro-Oeste. **Desenvolvimento Regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas**. Cap. 8, Rio de Janeiro -RJ: Ipea, 2017, p. 247-274.

CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. DE. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 2, p. 279–296, 2005.

CETINKAYA, C.; OZCEYLAN, E.; KESER, I. A GIS-based AHP approach for emergency warehouse site selection: A case close to Turkey-Syria border. **JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH**, v. 10, n. 3A, p. 250–273, 2022.

CHANG, D.Y., Extent analysis and synthetic decision, optimization techniques and applications, **Singapore: World Scientific**, p. 352-355, 1992.

CICOLIN, L. DE O. M.; OLIVEIRA, A. L. R. DE. Avaliação de desempenho do processo logístico de exportação do milho brasileiro: uma aplicação da análise envoltória de dados – DEA. **Journal of Transport Literature**, v. 10, n. 3, 2016.

CIMA, E. G.; DA ROCHA-JUNIOR, W. F.; DALPOSSO, G. H.; URIBE-OPAZO, M. A.; BECKER, W. R. Forecasting Grain Production and Static Capacity of Warehouses Using the Natural Neighbor and Multiquadric Equations. **Agris On-line Papers in Economics and Informatics**, v. 13, n. 3, p. 3–14, 2021.

CIMA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; JOHANN, J. A.; DA ROCHA JUNIOR, W. F.; BECKER, W. R. Analysis of Static and Dynamic Capacity in Paraná State, Brazil. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 42, p. 1–13, 2020.

CIMA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; JOHANN, J. A.; DA ROCHA, W. F.; DALPOSSO, G. H. Analysis of spatial autocorrelation of grain production and agricultural storage in Paraná. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 3, p. 395–402, 2018.

CNM. **Índice de Desenvolvimento da Agropecuária Municipal**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMWFkNzQxYmUtMGlONy00OTMOLWEyYW MtZjQxNzc3ZTU4MzllliwidCI6IjdhNW EwMjdiLT Y5YjktNDNmNi04YzQ2LWYyNmFjOTg4NDExYiJ9>. Acesso em: 01 jun. 2024.

COÊLHO, J. D. Soja. **Caderno Setorial ETENE**, ano 8, n.305, p.1-16, 2023. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1874/1/2023\\_CDS\\_305.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1874/1/2023_CDS_305.pdf). Acesso em: 13 jun 2024.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2022/23**. v. 11 nº 5. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 09 jul. 2024.

CONAB. **Anuário Agrologístico** v. 1. Brasília. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 jul. 2024.

CONAB. **Portal Armazéns do Brasil**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 10 jul. 2023b.

CONAB. **Série Histórica das Safras**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNDdkNDM4ZjctYzYk0OS00NWVjLWFIYjktZW Q4Njg3MDEyMTg0liwidCI6ImU2ZDkwZGYzLWYxOGItNGJkZC04MDhjLW FhNmQwZjY4YjgwOSJ9>. Acesso em: 10 jul. 2023a.

CONAB. **Série Histórica das Safras**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 27 jul. 2022b.

CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, v. 17, n. 1, p. 38–43, 2008.

DASKIN, M. S. What you should know about location modeling. **Naval Research Logistics**, v. 55, n. 4, p. 283–294, 2008.

DNIT. **Banco de Informações de Transportes/Mapas/Rodovias/Base Georreferenciada**. Disponível em:

[https://servicos.dnit.gov.br/dnitcloud/index.php/s/oTpPRmYs5AAdiNr?path=%2FNSV%20Bases%20Geom%C3%A9tricas%20\(2013-Atual\)%20\(SHP\)](https://servicos.dnit.gov.br/dnitcloud/index.php/s/oTpPRmYs5AAdiNr?path=%2FNSV%20Bases%20Geom%C3%A9tricas%20(2013-Atual)%20(SHP)). Acesso em: 24 mar. 2023.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. **Production Supply and Distribution. Foreign Agriculture Service**: 10 de julho. Washington/DC: USDA, 2023. Disponível em:

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>. Acesso em: 10 jul. 2023

DEVI, S.; NAYAK, M.M; PATNAIK, S. 'Decision-making models and tools: a critical study,' **Int. J. Management and Decision Making**, v. 19, n. 2, p.176–206, 2020.

DEY, B.; BAIRAGI, B.; SARKAR, B.; SANYAL, S. K. Group heterogeneity in multi member decision making model with an application to warehouse location selection in a supply chain. **Computers & Industrial Engineering**, v. 105, p. 101–122, 2017.

DORIGUEL, F.; BONACHELA F. S. Condições da infraestrutura de transporte para o escoamento da produção agrícola brasileira **Tekhne e Logos**, Edição Especial – IX SINTAGRO, Botucatu, SP, v.8, n.3, p. 128-142, 2017.

DUKE, J.M., AULL-HYDE, R. Identifying public preferences for land preservation using the analytic hierarchy process. **Ecological Economics**. v. 42, p. 131–145, 2002.

EBERHARDT, I. D. R. **Metodologia de Definição de Rede de Suprimentos para Armazenamento de Commodities Agrícolas**, Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020, 90p.

ELIAS, D. Agronegócio e novas regionalizações no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 13, n.2, p. 153-167, 2011.

EMDAGRO. **Preços médios de arrendamento e venda de terra agrícola 2015-2022**. Disponível em: <https://emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/SERGIPE-Precos-Medios-de-Terras-Agricolas-2015-a-2022.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2024

EMEÇ, Ş.; AKKAYA, G. Stochastic AHP and fuzzy VIKOR approach for warehouse location selection problem. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 31, n. 6, p. 950 – 962, 2018.

ERDOGAN, M.; AYYILDIZ, E. Investigation of the pharmaceutical warehouse locations under COVID-19—A case study for Duzce, Turkey. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 116, n. June, p. 105389, 2022.

FARIAS, F.; TEIXEIRA, A.; SOUSA, I.; TAKEMURA, C.; GARÇON, E. Large-scale water balance modeling using remote sensing and weather data: Application in an agricultural growing region of the coastal northeast Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 32, 2023.

FAVRETTO, J.; NOTTAR, L. A. Utilização da metodologia Analytic Hierarchy Process (AHP) na definição de um software acadêmico para uma Instituição de Ensino Superior do Oeste Catarinense. **Sistemas & Gestão**, v. 11 n. 2, p 183–191, 2016.

FERRARI, R. C. **Utilização de modelo matemático de otimização para identificação de locais para instalação de unidades armazenadoras de soja no estado do Mato Grosso**. Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo). Piracicaba, SP, 186 p. 2006.

FORMAN, E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research** v. 108, p. 165–169, 1998.

FREDERICO, S. Desvendando o agronegócio: financiamento agrícola e o papel estratégico do sistema de armazenamento de grãos. GEOUSP: **Espaço e Tempo**. São Paulo -SP, Nº 27, pp. 47 - 61, 2010, Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74154/77797>. Acesso em: 29 jul 2022

FREEMAN, R., **Strategic Management: A Stakeholder’s Approach**, Pitman, Boston, MA, 1984

FILIPPI, A. C. G.; GUARNIERI, P.; CARVALHO, J. M.; BORGES DE SOUZA, C.; CRUZ, J. E. Análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para os condomínios de armazéns rurais. **Informe GEPEC**, v. 22, n. 1, p. 43–62, 2018.

GABAN, A. C.; MORELLI, F.; BRISOLA, M. V.; GUARNIERI, P. Evolução da produção de grãos e armazenagem: perspectivas do agronegócio brasileiro para 2024/25. **Informe GEPEC**, v. 21 n.1, p. 28–47, 2017.

GERGIN, R. E.; PEKER, I. Literature review on success factors and methods used in warehouse location selection. **Pamukkale University Journal Of Engineering Sciences-Pamukkale Universitesi Muhendislik Bilimleri Dergisi**, v. 25, n. 9, p. 1062–1070, 2019.

GERGIN, R. E.; PEKER, I.; BAKI, B.; TUZKAYA, U. R.; TANYAS, M. Oilseed warehouse location selection with an integrated approach: a case of Turkey. **Kybernetes**, v. 52, n. 9, p. 3667–3705, 2023.

GOMES, C.F.S; RODRIGUES, M.V.G.; COSTA, P.A; SANTOS, M do. Ordering of Warships for the Brazilian Navy using the New Method: AHP-Gaussian with Pearson’s Correlation. **Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems III**. V. 341. p. 104-111, 2021.

GUPTA, S.; CHATTERJEE, P.; RASTOGI, R.; GONZALEZ, E. D. R. S. A Delphi fuzzy analytic hierarchy process framework for criteria classification and prioritization in food supply chains under uncertainty. **Decision Analytics Journal**, v. 7, p. 100217, 2023.

HAKIM, R. T.; KUSUMASTUTI, R. D. A model to determine relief warehouse location in East Jakarta using the analytic hierarchy process. **International Journal of Technology**, v. 9, n. 7, p. 1405–1414, 2018.

HARKER, P. T. Shortening the comparison process in the AHP. **Mathematical Modelling**, v. 8, n. C, p. 139–141, 1987.

HASSAN, M.; CHAKMA, M.; HASAN, Z. An AHP Approach for Cold Storage Warehouse Site Selection: A Case Study in Bangladesh. 2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT). **Anais [...]**. p.1–6, 2020.

HE, Y.; WANG, X.; LIN, Y.; ZHOU, F.; ZHOU, L. Sustainable decision making for joint distribution center location choice. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 55, p. 202 – 216, 2017. Elsevier Ltd.

HERVAS-PERALTA, M.; POVEDA-REYES, S.; DOLORES MOLERO, G.; ENRIQUE SANTARREMIGIA, F.; PASTOR-FERRANDO, J.-P. Improving the Performance of Dry and Maritime Ports by Increasing Knowledge about the Most Relevant Functionalities of the Terminal Operating System (TOS). **SUSTAINABILITY**, v. 11, n. 6, 2019.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal - Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em 24 nov. 2023.

IBGE. **Produção Pecuária Municipal - Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em 24 mar. 2024.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=2801405>. Acesso em 27 mai. 2024b.

IBGE. **REGIC – Regiões de Influência das Cidades**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html>. Acesso em 27 mai. 2024a.

INCRA. **Relatório de Análise do Mercado de Terras do Estado de Alagoas RAMT/ 2022**. Disponível em: [https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras/AL\\_RAMT\\_2022.pdf](https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras/AL_RAMT_2022.pdf). Acesso em: 27 mai. 2024.

INCRA. **Relatório de Análise do Mercado de Terras SR 05 RAMT/ 2020**. Disponível em: [https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras/ppr\\_ramt\\_sr05\\_2020.pdf](https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras/ppr_ramt_sr05_2020.pdf). Acesso em: 27 mai. 2024.

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-Criteria Decision Analysis**. Wiley, 2013.

JABBOUR, C.J.C. Environmental training in organisations: From a literature review to a framework for future research. **Resources, Conservation and Recycling**, 74, 144-155, 2013.

JACYNA-GOŁDA, I.; IZDEBSKI, M. The Multi-criteria Decision Support in Choosing the Efficient Location of Warehouses in the Logistic Network. In: **Procedia Engineering**, 2017, [...]. Elsevier Ltd, 2017. v. 187, p. 635–640.

JALAO, E. R.; WU, T.; SHUNK, D. A stochastic AHP decision making methodology for imprecise preferences. **Information Sciences**, v. 270, p. 192–203, 2014. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2014.02.077>>.

JAMWAL, A.; AGRAWAL, R.; SHARMA, M.; KUMAR, V. Review on multi-criteria decision analysis in sustainable manufacturing decision making, **International Journal of Sustainable Engineering**, 14:3, p - 202-225, 2021.

JATO-ESPINO, D.; CASTILLO-LOPEZ, E.; RODRIGUEZ-HERNANDEZ, J.; CANTERAS-JORDANA, J.C. A review of application of multi-criteria decision making methods in construction. **Autom. Constr.** v. 45, p. 151–162, 2014.

KABAK, M.; KESKIN, I. Hazardous Materials Warehouse Selection Based on GIS and MCDM. **ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING**, v. 43, n. 6, p. 3269–3278, 2018.

KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. **Decision with multiple objectives: preferences and value tradeoffs**, New York: John Wiley, 569 p. 1976.

KERBACHE, L.; SMITH, J. M. Queueing networks and topological design of supply chain systems. **International Journal of Production Economics**, v. 91, p. 251-272, 2004.

KHAENKHA, M.; HOTRAWISAYA, C.; KIRANANTAWAT, B.; SHAHARUDIN, M. R. Comparative analysis of multiple criteria decision making (mcdm) approach in warehouse location selection of agricultural products in Thailand. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 8, n. 5, p. 168–175, 2019.

KUBÁŇOVÁ, J.; KUBASÁKOVÁ, I. Optimal Location of Distribution Site Based on Distance. **LOGI - Scientific Journal on Transport and Logistics**, v. 12, n. 1, p. 90–98, 2021.

LEAL, J.E. AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method. **MethodsX**. v. 7, p. 1-11, 2020.

LIU, L. B.; BERGER, P.; ZENG, A.; GERSTENFELD, A. Applying the analytic hierarchy process to the offshore outsourcing location decision. **Supply Chain Management**, v. 13, n. 6, p. 435–449, 2008.

LIU, Y.; ZHANG, Y.; YANG, Y.; ZHANG, N. Research on Warehouse Site Selection based on Analytic Hierarchy Process - Fuzzy Comprehensive Evaluation Method. In: Q. D.; S. N. (Orgs.); Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. **Anais[...]**. v. 12350, 2022.

LOOTSMA, F. A. The french and the american school in multi-criteria decision analysis. **RAIRO - Operations Research - Recherche Opérationnelle**, Volume 24 no. 3, p. 263-285, 1999

MAINARDES, E. W.; ALVES, H.; RAPOSO, M. Stakeholder theory: Issues to resolve. **Management Decision**, v. 49 n. 2, p. 226–252. 2011

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, v. 5, p. 1-309, 2003.

- MILANEZ, A.P. **Um modelo de design de rede para exportação da soja no Brasil**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade de Campinas, Campinas, SP, 185 p. 2014.
- MENG, Y.; CAO, L.; WANG, H.; et al. Research on Warehouse Location Selection of Community Group Purchasing Platform. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 820, n. 1, 2021.
- MOGALE, D. G.; GHADGE, A.; CHEIKHROUHOU, N.; TIWARI, M. K. Designing a food supply chain for enhanced social sustainability in developing countries. **International Journal of Production Research**, v. 61, n. 10, p. 3183- 3294, 2022.
- MOHAN, V. G.; NASEER, M. A. Prioritisation of Dry Port Locations Using MCDM Methods: A Case of Cochin Port. **Journal of The Institution of Engineers (India): Series A**, v. 103, n. 3, p. 841–856, 2022.
- MORESI, E. **Metodologia da pesquisa**. Universidade Católica de Brasília – UCB, 2003.
- MURENA, E.; MPOFU, K.; MAKINDE, O.; TRIMBLE, J.; WANG, X. Web-based process planning system concept selection using Weighted Decision Matrix and Analytical Hierarchy Process: A case study of sheet metal bending operations. **Procedia Manufacturing**, v. 33, p. 462–469, 2019.
- NEVES, G. R.; GALHARDI, A. C.; LUCATO, W. C. Aplicação e comparação de métodos de apoio à decisão multicritério: AHP, TODIM e PROMETHEE II. **Exacta**, v. 20, n. 1, p. 218–233, 2021.
- NURWANDI, L.; NUMAN, A. H.; BACHTIAR, I.; SELAMAT, S. Location determination model for depot based capacity on seaweed industry distribution. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1375, n. 1, 2019.
- OLIVEIRA, A. L. R. DE; MASCARENHAS, C.; LOPES, B. F. R.; MORINI, C. Aplicação de Modelagem Matemática para Otimização da Logística de Exportação do Milho do Estado do Mato Grosso. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 8, n. 3, p. 505, 2015.
- OLIVEIRA, C. A. DE; OLIVEIRA, A. L. R. DE; SOUZA, M. F. DE. Determining regions for installing flex-biomass sugar-ethanol plants: a multicriteria approach for location. **Gestão e Produção**, v. 29, p. 1–16, 2022
- OLIVEIRA, F. C. DE; MOREIRA, C. P. H.; NETO, M. DE S.; et al. Logistics and storage of soybean in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 35, p. 3261–3272, 2016.
- ONUT S, TUZKAYA UR, DOGAC B. “A particle swarm optimization algorithm for the multiple-level warehouse layout design problem.” **Computers & Industrial Engineering**, n. 54, p. 783-799, 2008.
- OZERNOI, V.M; GAFT, M.G Multicriterion Decision Problems. In: MITRA, G.; BELL, D. E.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. Conflicting Objectives in Decisions. **The Journal of the Operational Research Society**, v. 30, n. 3, p. 290, 1979.

OZSEN, L.; COULLARD, C. R.; DASKIN, M. S. Capacitated Warehouse Location Model with Risk Pooling. **Naval Research Logistics**, v. 55, n. 4, p. 295–312, 2008.

PALUDO, A.; BECKER, W. R.; RICHETTI, J.; SILVA, L. C. D. A.; JOHANN, J. A. Mapping summer soybean and corn with remote sensing on Google Earth Engine cloud computing in Parana state–Brazil. **International Journal of Digital Earth**, v. 13, n. 12, 2020.

PARTOVI, F. Y.; BURTON, J. An analytical hierarchy approach to facility layout. *Computers and Industrial Engineering*, v. 22, n. 4, p. 447–457, 1992.

PATINO, M. T. O.; MACHADO, M. F.; NASCIMENTO, G. T. DO; ALCANTARA, M. R. DE. Analysis and forecast of the storage needs of soybeans in Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 4, p. 834–843, 2013.

PETROVIĆ, G.; MIHAJLOVIĆ, J.; MARKOVIĆ, D.; HASHEMKHANI ZOLFANI, S.; MADIĆ, M. Comparison of Aggregation Operators in the Group Decision-Making Process: A Real Case Study of Location Selection Problem. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 10, 2023.

PROCÓPIO, S. DE O.; SANTIAGO, A. D.; CASTRO, C. DE; BUENO, A. DE F.; SOARES, R. M. Recomendações técnicas para a produção de soja na região agrícola do SEALBA. **Embrapa**, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139184/recomendacoes-tecnicas-para-a-producao-de-soja-na-regiao-agricola-do-SEALBA>>.

PROCOPIO, S. de O; CRUZ, M.A.S.; ALMEIDA, M. R. M de; JESUS JUNIOR, L. A.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; CARVALHO, H. W. de L. **SEALBA: região de alto potencial agrícola no Nordeste brasileiro**. Documentos 221. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019. Aracaju – SE. 62 p.

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, 2023. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>.

Acesso em 27 mai. 2024.

RAMANATHAN, R.; GANESH, L.S. Group preference aggregation methods employed in AHP: An evaluation and na intrinsic process for deriving members weightages. **European Journal of Operational Research** v.79, p. 249–265, 1994.

RAOS, S.; HRANIĆ, J.; RAJŠL, I. Multi-criteria decision-making method for evaluation of investment in enhanced geothermal systems projects. **Energy and AI**, v. 17, n. June, 2024.

RIBEIRO, R. A. “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: A Review and New Preference Elicitation Techniques.” **Fuzzy Sets and Systems** v. 78, n. 2, p. 155–181, 1996.

RIBEIRO, M. B.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. O papel do crédito rural e da infraestrutura de transportes para o desenvolvimento da agricultura brasileira. **Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA): Texto para Discussão**. n. 2521, 39 p., 2019.

RODRIGUES F.H.; MARTINS, W.C.; MONTEIRO, A.B.F.C. O processo de decisão baseado em múltiplos objetivos: O uso de métodos de Análise Hierárquica na tomada de decisão sobre investimentos. *In*: CAIXETA-FILHO, J.V.; MARTINS, R.S. (org.) **Gestão logística do transporte de cargas**. 1ª ed. – 10. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.

ROH, S. Y.; SHIN, Y. R.; SEO, Y. J. The Pre-positioned Warehouse Location Selection for International Humanitarian Relief Logistics. **Asian Journal of Shipping and Logistics**, v. 34, n. 4, p. 297–307, 2018.

ROSA, C. R. M.; STEINER, M. T. A.; COLMENERO, J. C. Utilização de processo de análise hierárquica para definição estrutural e operacional de centros de distribuição: uma aplicação a uma empresa do ramo alimentício. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 4, p. 935-950, 2015.

ROSO, V.; WOXENIUS, J.; LUMSDEN, K. The dry port concept: Connecting container seaports with the hinterland. **J. Transp. Geogr.** v. 17, p. 338–345. 2009.

ROULET, M. C.; CAIXETA-FILHO, J.V.; YOSHIZAKI, H.T.Y. A Multiple-Criteria Analysis Application for Vertical Coordination in the Transportation of Agricultural Commodities in Brazil. **Journal of Food Products Marketing**, v.22, n.6, p.1-13, 2016.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Boston, MA: Springer US, 1996.

ROY, B.; VANDERPOOTEN, D. An overview on “The European school of MCDA: Emergence, basic features and current works.” **European Journal of Operational Research**, v. 99, n. 1, p. 26–27, 1997.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234–281, 1977.

SAATY, T.L. Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. **Management Science**. v. 32, n. 7, p. 841-855, 1986.

SAATY, R.W. The analytic hierarchy process – what it is and how it is used. **Pergamon Journals** v. 9 n. 5, p. 161-176, 1987.

SAATY, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9–26, 1990.

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

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Boston, MA: Springer US, 2012.

SANTIAGO, A. D.; PROCÓPIO, S. DE O.; CARVALHO, H. W. DE L.; BRAZ, G. B. P. Desempenho de Cultivares de Soja em Áreas com Histórico de Produção de Cana-de-Açúcar no SEALBA. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Aracaju, SE, 2019.

SANTOS, F e CAMPOS, C. S. S. O avanço da sojicultura no nordeste brasileiro: reflexões iniciais sobre a região da SEALBA. **Diversitas Journal**. v. 5, n. 1, p. 203-220, 2020.

SANTOS, M. e SILVEIRA, M. L. **O Brasil: Território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro/ São Paulo: Ed. Record, 472 p., 2001.

SANTOS, M.; COSTA, I. P. ARAUJO; GOMES, C. F. S. Multicriteria Decision-Making In The Selection Of Warships: A New Approach To The AHP Method. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 13, p. 1-13, 2021.

SARI, D. P.; WICAKSONO, P. A.; HANDAYANI, N. U.; SIAHAAN, Y. E. Integrating AHP, Cluster Analysis, and Fuzzy TOPSIS to Evaluate Emergency Warehouse Locations of Mount Merapi Eruption Victims. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 10, n. 5, p. 1839–1845, 2020.

ŞEKERCI, A. Z.; AYDIN, N.; SEKERCİ, A. Z.; AYDIN, N. A stochastic model for facility locations using the priority of fuzzy AHP. **Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences**, v. 40, n. 3, p. 649–662, 2022.

SHUKLA, G.; HOTA, H. S.; SHARMA, A. S. Multicriteria decision making based solution to location selection for modern agri-warehouses. 2017 International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT). **Anais [...]**. p.460–464, 2017. IEEE.

SIAHBOOMY, M. A.; SARVARI, H.; CHAN, D. W. M.; NASSEREDDINE, H.; CHEN, Z. A multi-criteria optimization study for locating industrial warehouses with the integration of BIM and GIS data. **Architectural Engineering And Design Management**, v. 17, n. 5–6, p. 478–495, 2021.

SILVA, A. F. da. **Avaliação de milho e trigo nos tabuleiros costeiros de Alagoas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Curso de Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 32p. 2021.

SILVA, E. H. DE L.; SILVA, F. D. D. S.; JUNIOR, R. S. DA S.; et al. Performance Assessment of Different Precipitation Databases (Gridded Analyses and Reanalyses) for the New Brazilian Agricultural Frontier: SEALBA. **Water (Switzerland)**, v. 14, n. 9, 2022.

SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação. Dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, v. 54, 2005. Tonosi-Reis, M, F, C. Metodologia da pesquisa. IESDE, 2009.

SILVEIRA, R. L. L. Rede e território: reflexões sobre a rede agroindustrial do tabaco, circuito espacial de produção e círculos de cooperação na região sul do Brasil. **Caderno de Geografia**, v.26, n.47, p. 911-941, 2016.

SINGH, R. K.; CHAUDHARY, N.; SAXENA, N. Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study. **IIMB Management Review**, v. 30, n. 4, p. 343–356, 2018.

SIRISENA, H. O.; SAMARASEKERA, N. A. Vessel Spare Parts Distribution Center Location Decision Model for Ship Maintenance Supply Chain. 2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI). **Anais[...]**. p.185–190, 2018.

SOUZA, M. M. DE; OLIVEIRA, A. L. R. DE; SOUZA, M. F. DE. Localização de armazéns agrícolas baseada em análise multicritério espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 1, p. 1–16, 2024.

SUN, X.; WU, C.-C.; CHEN, L.-R. Applying analytic hierarchy process to solve distribution center location based on CFLP model. *In*: X. B. (Org.); Proceedings of the 2017 IEEE 2nd Information.

SYAFRIANITA; PUTRO, H. P. H.; YUDOKO, G.; FAHMI, F. Z. A combined fuzzy AHP with fuzzy TOPSIS to locate industrial supporting bonded logistics centers. **Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)**, v. 21, n. 4, p. 797 – 804, 2023.

ULUTAŞ, A.; BALO, F.; SUA, L.; et al. A new integrated grey mcdm model: Case of warehouse location selection. **Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering**, v. 19, n. 3, p. 515–535, 2021.

VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of Operation Research**. v. 169, p. 1-29, 2006.

VARGAS, L. G. University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260, U.S.A 1., p. 156–167, 1983.

VARGAS, R. V. Utilizando a programação Multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. **PMI Global Congress 2010 – North America**. Washington/DC – EUA, 23 p., 2010.

VAZ, E. D.; GIMENES, R. M. T.; BORGES, J. A. R. Identifying socio-psychological constructs and beliefs underlying farmers' intention to adopt on-farm silos. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 92, p. 100-322, 2020.

VELASQUEZ, M.; HESTER, P.T. An analysis of multi-criteria decision making methods. **Int. J. Oper. Res.** v. 10, p. 56–66, 2013.

WANG, X. Research on the location of the hazardous chemical distribution center under the supply chain environment. **Chemical Engineering Transactions**, v. 62, p. 1351 – 1356, 2017.

WANG, X.; QIANG, W.; NIU, S.; GROWE, A.; YAN, S.; TIAN, N. Multi-Scenario Simulation Analysis of Grain Production and Demand in China during the Peak Population Period. **Foods**, v. 11, n. 11, 2022.

WASIAK, M.; JACYNA-GOŁDA, I.; IZDEBSKI, M.; MEDEX, F. H. U. Multi-criteria warehouses location problem in the logistics network. (T. Sawik) *In*: **13th International Conference on Industrial Logistics**, p. 352–363, 2016.

WAZER, Z. B.; MOUTAZ, N. Location of freight warehouses facilities: A GIS-based multi-criteria decision analysis. In: O. A.J.; A. S.; S. M.S.; S. S.S. (Orgs.); Journal of Physics: Conference Series. **Anais[...]**. v. 1973, 2021.

WAYDZIK, F.A; SELEME, R.; SILVA, W. A.; MLENEK, D. Análise de roteirização aplicada ao transporte multimodal para escoamento da produção agrícola do estado do Mato Grosso. **Brazilian Journal of Development.**, Curitiba, v. 6, n. 9, p.66120-66138, 2020

WEBER, A. **Theory of the location of industries**. Chicago: Chicago U.P., 1909.

YANG, A.; LIU, J.; ZHU, J. Location problem research of distribution center for agricultural products. In: W. W.; W. L.; J. C.; et al. (Orgs.); 2019 6th International Conference on Systems and Informatics, ICSAI 2019. **Anais[...]**. p.677–682, 2019

YANG, J.; LEE, H. An AHP decision model for facility location selection. **Facilities**, 15, v.9 p. 241-254. 1997.

YILMAZ, H.; KABAK, Ö. Prioritizing distribution centers in humanitarian logistics using type-2 fuzzy MCDM approach. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 33, n. 5, p. 1199–1232, 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001

ZANAKIS, S. H.; SOLOMON, A.; WISHART, N.; DUBLISH, S. Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods. **European Journal of Operational Research**, v. 107, n. 3, p. 507–529, 1998.



## APÊNDICE A

## Metodologia de localização de armazém graneleiro no SEALBA

Prezado participante,

Primeiramente gostaria de agradecer a sua participação nesta pesquisa e dizer que **ela é fundamental** para se estabelecer um método de apoio à tomada de decisão da localização de um armazém graneleiro na Região do SEALBA. Esta é a primeira etapa de três e, nesta etapa, serão definidos os critérios para formatação da estrutura de tomada de decisão, por isso é importante que seja realizada com o máximo de rigor técnico. Mais uma vez, muito obrigado pela sua participação!

[thome.guth@gmail.com](mailto:thome.guth@gmail.com) [Mudar de conta](#)



 Não compartilhado

\* **Indica uma pergunta obrigatória**

Considerando que o SEALBA é uma região de fronteira agrícola para a produção \* de soja e milho e com possibilidade de expansão, mas com deficiência de unidades armazenadoras, classifique, no seu entendimento, por ordem de importância os critérios apresentados abaixo:

	1° Critério	2° Critério	3° Critério	4° Critério	5° Critério	6° Critério	7° Critério
<b>Acessibilidade:</b> Proximidade de rodovias, proximidade de ferrovias, e proximidades de hidrovias, portos e terminais, intermodalidade, distância do armazéns para a zona de produção e do armazém ao centro de consumo	<input type="checkbox"/>						
<b>Ambiental:</b> Exclusão de áreas indígenas, exclusão de áreas quilombolas, exclusão de áreas unidades de conservação, desenvolvimento futuro, impactos ecológicos, e poluição do ar.	<input type="checkbox"/>						
<b>Socioeconômico:</b> Produção agrícola, mercado consumidor, mão de obra qualificada, índice de atração agropecuária para aquisição de maquinários, para insumos e	<input type="checkbox"/>						



M24, 00.40

Métodos de localização de atividades produtivas no campo

para medir o PIB do agronegócio.

Aceitação:  
Aceitação do governo, da população local e do produto

Custo: Custo do transporte, de mão de obra, de energia, com seguro, de depreciação, custo de transporte, preço da terra.

Segurança:  
Estatísticas de crimes locais e sistemas de segurança disponíveis.

Serviços públicos:  
Comunicações, suprimento de água e energia, tratamento de lixo e qualidade e confiabilidade dos serviços.

Para a situação apresentada acima, há necessidade de inclusão de outro critério que não foi apresentado?

- Sim
- Não

Se sim, qual (is)? Descreva-o (s)

Sua resposta

Enviar

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

## APÊNDICE B

27/07/2024, 06:43

2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

### 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

Nesta próxima etapa, será realizada a comparação par a par entre os CRITÉRIOS em relação ao OBJETIVO e, posteriormente, entre os SUBCRITÉRIOS em relação ao CRITÉRIO, escolhendo qual é o mais importante e categorizando essa importância, seguindo a escala desenvolvida por Thomas L Saaty (1997) apresentada abaixo:

Escala fundamental para julgamentos comparativos par a par

Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Os dois atributos contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	A experiência e o julgamento favorecem levemente um atributo em relação a outro.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um atributo em relação a outro.
7	Importância muito forte	Um atributo é muito fortemente favorecido em relação a outro; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece um atributo em relação a outro com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Condições intermediárias entre duas definições.

*Pular para a pergunta 1*

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjztfN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjztfN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit)

1/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

**Comparação dos critérios**

Nesta seção é feita a comparação de cada critério em relações aos demais, definindo qual é o mais importante em relação ao objetivo (localização de armazém graneleiro no SEALBA), bem como o seu valor da escala de importância (1 a 9), conforme tabela apresentada na seção 1. É fundamental que se marque as duas situações.

1. Compare o critério A. Acessibilidade com os demais critérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o critério A. Acessibilidade for mais importante (marque este)	Se o outro critério for mais importante que o A. Acessibilidade (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>B. Custo</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>C. Socioeconômico</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>D. Ambiental</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>E. Serviços públicos</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 2/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

2. Compare o critério B. Custo com os demais critérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o critério B. Custo for mais importante (marque este)	Se o outro critério for mais importante que o B. Custo (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>C. Socioeconômico</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>D. Ambiental</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>E. Serviços públicos</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 3/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

3. Compare o critério C. Socioeconômico com os demais critérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o critério C. Socioeconômico for mais importante (marque este)	Se o outro critério for mais importante que o C. Socioeconômico (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>D. Ambiental</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>E. Serviços públicos</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

◀  ▶

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjztfN\\_NGUv&U1vriwfe7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjztfN_NGUv&U1vriwfe7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 4/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

4. Compare o critério D. Ambiental com o critério E. Serviços públicos:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o critério D. Ambiental for mais importante (marque este)	Se o critério E. Serviços públicos for mais importante que o D. Ambiental (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>E. Serviços públicos</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Comparação dos subcritérios do critério A. Acessibilidade**

Considere os seguintes subcritérios do critério A. Acessibilidade:

- A1 - Proximidade do sistema viário (rodovias, ferrovias e/ou hidrovias);
- A2 - Proximidade de portos e terminais;
- A3 - Intermodalidade;
- A4 - Distância do armazéns para a zona de produção; e
- A5 - Distância do armazém ao centro de consumo

Nesta seção é feita a comparação de cada subcritério em relações aos demais, definindo qual é o mais importante em relação ao critério **Acessibilidade**, bem como o seu valor da escala de importância (1 a 9), conforme tabela apresentada na seção 1. É fundamental que se marque as duas situações.

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjztfN\\_NGUv&U1vriwfe7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjztfN_NGUv&U1vriwfe7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 5/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

5. Compare o subcritério A1 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério A1 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério A1 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 6/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

6. Compare o subcritério A2 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério A2 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério A2 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzFN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 7/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

7. Compare o subcritério A3 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério A3 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério A3 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbt#N\\_NGUVKU1vriwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbt#N_NGUVKU1vriwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 8/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

8. Compare o subcritério A4 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério A4 for mais importante (marque este)	Se o subcritério A5 for mais importante que o subcritério A4 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Comparação dos subcritérios do critério B. Custo**

Considere os seguintes subcritérios do critério B. Custo:

- B1 - Custo de transporte;
- B2 - Custo de mão de obra;
- B3 - Custo de energia;
- B4 - Custo com seguro; e
- B5 - Preço da terra

Nesta seção é feita a comparação de cada subcritério em relações aos demais, definindo qual é o mais importante em relação ao critério **Custo**, bem como o seu valor da escala de importância (1 a 9), conforme tabela apresentada na seção 1. É fundamental que se marque as duas situações.

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbt#N\\_NGUVKU1vriwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbt#N_NGUVKU1vriwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 9/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

9. Compare o subcritério B1 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério B1 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério B1 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzifN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzifN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 10/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

10. Compare o subcritério B2 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério B2 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério B2 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzifN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzifN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 11/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

11. Compare o subcritério B3 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério B3 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério B3 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfn\\_NGUVkU1vriwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfn_NGUVkU1vriwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 12/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

12. Compare o subcritério B4 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério B4 for mais importante (marque este)	Se o subcritério B5 for mais importante que o subcritério B4 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Comparação dos subcritérios do critério C. Socioeconômico**

Considere os seguintes subcritérios do critério

C. Socioeconômico:

- C1 - Produção agrícola;
- C2 - Mão de obra qualificada;
- C3 - Índice de atração agropecuária para aquisição de insumos e maquinários; e
- C4 - PIB do agronegócio.

Nesta seção é feita a comparação de cada subcritério em relações aos demais, definindo qual é o mais importante em relação ao critério

**Socioeconômico**, bem como o seu valor da escala de importância (1 a 9), conforme tabela apresentada na seção 1. É fundamental que se marque as duas situações.

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfn\\_NGUVkU1vriwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfn_NGUVkU1vriwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 13/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

13. Compare o subcritério C1 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério C1 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério C1 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzffN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzffN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 14/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

14. Compare o subcritério C2 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério C2 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério C2 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzffN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp6t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzffN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp6t1pnYOOed7s/edit) 15/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

15. Compare o subcritério C3 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério C3 for mais importante (marque este)	Se o subcritério C4 for mais importante que o subcritério C3 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comparação dos subcritérios do critério D. Ambiental

Considere os seguintes subcritérios do critério

D. Ambiental:

- D1 - Exclusão de áreas indígenas e quilombolas;
- D2 - Exclusão de áreas unidades de conservação;
- D3 - Desenvolvimento futuro;
- D4 - Impactos ecológicos; e
- D5 - Poluição do ar.

Nesta seção é feita a comparação de cada subcritério em relações aos demais, definindo qual é o mais importante em relação ao critério **Ambiental**, bem como o seu valor da escala de importância (1 a 9), conforme tabela apresentada na seção 1. É fundamental que se marque as duas situações.

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIfN\\_NGUVkU1vrlw7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIfN_NGUVkU1vrlw7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 16/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

16. Compare o subcritério D1 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério D1 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério D1 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIfN\\_NGUVkU1vrlw7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIfN_NGUVkU1vrlw7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 17/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

17. Compare o subcritério D2 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério D2 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério D2 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 18/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

18. Compare o subcritério D3 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério D3 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério D3 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 19/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

19. Compare o subcritério D4 com os demais subcritérios abaixo:

Marque todas que se aplicam.

	Se o subcritério D4 for mais importante (marque este)	Se o subcritério D5 for mais importante que o subcritério D4 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comparação dos subcritérios do critério E. Serviços públicos

Considere os seguintes subcritérios do critério

E. Serviços públicos:

- E1 - Comunicações;
- E2 - Suprimento de água e energia;
- E3 - Tratamento de lixo; e
- E4 - Qualidade e confiabilidade dos serviços.

Nesta seção é feita a comparação de cada subcritério em relações aos demais, definindo qual é o mais importante em relação ao critério **Serviços públicos**, bem como o seu valor da escala de importância (1 a 9), conforme tabela apresentada na seção 1. É fundamental que se marque as duas situações.

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIFN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIFN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 20/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

20. Compare o subcritério E1 com os demais subcritérios abaixo:

Marque todas que se aplicam.

	Se o subcritério E1 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério E1 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIFN\\_NGUVkU1vrlwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtzIFN_NGUVkU1vrlwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 21/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

21. Compare o subcritério E2 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério E2 for mais importante (marque este)	Se o outro subcritério for mais importante que o subcritério E2 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfN\\_NGUVkU1vriwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfN_NGUVkU1vriwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 22/23

27/07/2024, 06:43 2ª Etapa - Comparação de critérios e subcritérios

22. Compare o subcritério E3 com os demais subcritérios abaixo:

*Marque todas que se aplicam.*

	Se o subcritério E3 for mais importante (marque este)	Se o subcritério E4 for mais importante que o subcritério E3 (marque este)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários

[https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfN\\_NGUVkU1vriwte7k\\_1ngp8t1pnYOOed7s/edit](https://docs.google.com/forms/d/1h0dFjbtfN_NGUVkU1vriwte7k_1ngp8t1pnYOOed7s/edit) 23/23

## APÊNDICE C

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

### 3ª Etapa - julgamento das alternativas

Após os resultados da 2ª etapa, houve diminuição de critérios e subcritérios, totalizando 4 critérios: Acessibilidade, Custo, Socioeconômico e Ambiental, e 12 subcritérios: Proximidade do sistema viário federais (km), Proximidade de portos e terminais (km), Distância do armazéns para a zona de produção (km), Distância do armazém ao centro de consumo (km), Preço da Terra( R\$/ha), Custo de mão de obra (R\$/dia), Custo de energia (kwh) (tarifa convencional), Índice de Atração Agropecuária para Insumos e Maquinários, Produção agrícola soja e milho (toneladas), PIB Agropecuário (milhões R\$), Impacto Ecológico (Índice de substituição de floresta por lavoura - milho e soja) e Desenvolvimento Futuro (Índice de Desenvolvimento da Agropecuária Municipal - IDAM).

As alternativas escolhidas foram 05 municípios: Carira - SE, Simão Dias - SE, Paripiranga - BA, Adustina - BA e Anadia - AL. Estes municípios foram os mais representativos de cada estado no contexto de produção de milho e soja no SEALBA. O julgamento a ser realizado por cada especialista será de comparação de cada alternativa à luz de cada subcritério informado acima. Vale salientar que não será necessário definir qual a alternativa mais importante dentro de cada critério, visto que os dados coletados de cada alternativa nas fontes como IBGE, ANTT, CNM, entre outros, já forneceram o parâmetro de importância, sendo necessário apenas a comparação de importância das alternativas, conforme escala de Saaty (1 a 9) abaixo:

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 1/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

### Escala de Saaty

Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Os dois atributos contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	A experiência e o julgamento favorecem levemente um atributo em relação a outro.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um atributo em relação a outro.
7	Importância muito forte	Um atributo é muito fortemente favorecido em relação a outro; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece um atributo em relação a outro com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Condições intermediárias entre duas definições.

Comparação das alternativas em relação ao subcritério - **Proximidade dos sistemas viários federais (km)**

Considerando que a **menor** distância do armazém à rodovia federal como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

1º - Carira  
(SE) - 2,4 Km

2º - Anadia  
(AL) - 27,2 Km

3º - Simão Dias  
(SE) - 30,0 Km

4º - Paripiranga  
(BA) - 36,0 Km

5º - Adustina (BA) - 47,0 Km

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 2/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

1. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty:

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anadia	<input type="radio"/>								
Simão Dias	<input type="radio"/>								
Paripiranga	<input type="radio"/>								
Adustina	<input type="radio"/>								

2. Compare a alternativa Anadia com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Simão Dias	<input type="radio"/>								
Paripiranga	<input type="radio"/>								
Adustina	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 3/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

3. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Paripiranga	<input type="radio"/>								
Adustina	<input type="radio"/>								

4. Compare a alternativa Paripiranga com a alternativa Adustina, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Adustina	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - Proximidade de portos e terminais (km)**

Considerando a **menor** distância do armazém ao porto ou terminal mais próximo como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

- 1º - Anadia (AL) - 98,4 Km
- 2º - Simão Dias (SE) - 128,0 Km
- 3º - Carira (SE) - 133,0 Km
- 4º - Paripiranga (BA) - 138,0 Km
- 5º - Adustina (BA) - 184,0 Km

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 4/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

5. Compare a alternativa Anadia com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Simão Dias	<input type="radio"/>								
Carira	<input type="radio"/>								
Paripiranga	<input type="radio"/>								
Adustina	<input type="radio"/>								

6. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Carira	<input type="radio"/>								
Paripiranga	<input type="radio"/>								
Adustina	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 5/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

7. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Paripiranga	<input type="radio"/>								
Adustina	<input type="radio"/>								

8. Compare a alternativa Paripiranga com a alternativa Adustina, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Adustina	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - Distância dos armazéns à zona de produção (km)**

Considerando que a **menor** distância do armazém à zona de produção como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

- 1º - Carira (SE) - 0,5 Km
- 2º - Adustina (BA) - 0,6 Km
- 3º - Simão Dias (SE) - 0,8 Km
- 4º - Paripiranga (BA) - 1,5 Km
- 5º - Anadia (AL) - 2,0 Km

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 6/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

9. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

10. Compare a alternativa Adustina com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 7/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

11. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

12. Compare a alternativa Paripiranga com a alternativas Anadia, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - Distância dos armazéns ao centro de consumo (km)**

Considerando que a **menor** distância do armazém ao centro de consumo como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

- 1º - Anadia (AL) - 395 Km
- 2º - Adustina (BA) - 498 Km
- 3º - Carira (SE) - 514 Km
- 4º - Paripiranga (BA) - 538 Km
- 5º -

Simão Dias (SE) - 549 Km

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 8/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

13. Compare a alternativa Anadia com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

14. Compare a alternativa Adustina com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 9/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

15. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

16. Compare a alternativa Paripiranga com a alternativa Simão Dias, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - Custo de transporte**

Considerando que o **menor** custo de transporte do armazém ao centro de consumo como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

- 1º - Anadia (AL) - R\$ 69,15/ton
- 2º - Adustina (BA) - R\$ 83,26/ton
- 3º - Carira (SE) - R\$ 85,45/ton
- 4º - Paripiranga (BA) - R\$ 88,73/ton
- 5º -

Simão Dias (SE) - R\$ 90,24/ton

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 10/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

17. Compare a alternativa Anadia com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

18. Compare a alternativa Adustina com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 11/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

19. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

20. Compare a alternativa Paripiranga com a alternativa Simão Dias, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - Preço da terra (R\$/ha)**

Considerando que o **menor** preço de terra como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

1º - Paripiranga (BA) - R\$ 28.335,00/ha  
 2º- Adustina (BA)- R\$ 28.335,00/ha  
 3º -

Simão Dias (SE) - R\$ 31.500,00/ha  
 4º - Anadia (AL) - R\$ 36.712,50/ha  
 5º - Carira (SE) - R\$ 49.500,00/ha

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 12/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

21. Compare a alternativa Paripiranga com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

22. Compare a alternativa Adustina com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 13/26

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

23. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

24. Compare a alternativa Anadia com a alternativa Carira, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - Custo da mão de obra (R\$/dia)**

Considerando que o **menor** custo de mão de obra como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

1º - Anadia (AL) - R\$ 65,00/dia  
 2º - Paripiranga (BA) -  
 R\$ 75,00/dia  
 3º - Adustina (BA)- R\$ 75,00/dia  
 4º -  
 Simão Dias (SE) - R\$ 80,00/dia  
 5º - Carira (SE) - R\$ 100,00/dia

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 14/26

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

25. Compare a alternativa Anadia com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

26. Compare a alternativa Paripiranga com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QT0RmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGA0vFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QT0RmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGA0vFg2uZvmlg/edit) 15/26

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

29. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

30. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QT0RmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGA0vFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QT0RmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGA0vFg2uZvmlg/edit) 17/26

27/07/2024, 06:56

3ª Etapa - julgamento das alternativas

31. Compare a alternativa Paripiranga com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

32. Compare a alternativa Adustina com a alternativa Anadia, de acordo a escala de Saaty :

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

Comparação das alternativas em relação ao subcritério - **Índice de atração de insumos e maquinários**

Considerando que o **maior**

Índice de atração de insumos e maquinários como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

1º - Paripiranga (BA) - 300

2º - Simão Dias (SE) - 148

3º - Carira (SE) -

26

4º - Adustina (BA)- 0,9

5º - Anadia (AL) - 0

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit)

18/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

33. Compare a alternativa Paripiranga com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

34. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 19/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

35. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

36. Compare a alternativa Adustina com a alternativa Anadia, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

Comparação das alternativas em relação ao subcritério - **Produção agrícola de milho e soja (toneladas)**

Considerando a **maior**

produção de milho e soja como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

- 1º - Adustina (BA) - 216.000 toneladas
- 2º - Paripiranga (BA) - 205.000 toneladas
- 3º - Simão Dias (SE) - 156.000 toneladas
- 4º - Carira (SE) - 140.940 toneladas
- 5º - Anadia (AL) - 13.742 toneladas

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 20/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

37. Compare a alternativa Adustina com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

38. Compare a alternativa Paripiranga com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 21/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

39. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

40. Compare a alternativa Carira com a alternativa Anadia, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - PIB Agropecuário (milhões de R\$)**

Considerando o **maior**

PIB como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

- 1º - Paripiranga (BA) - R\$ 158,95 milhões
- 2º - Simão Dias (SE) - R\$ 138,55 milhões
- 3º - Adustina (BA) - R\$ 108,04 milhões
- 4º - Anadia (AL) - R\$ 87,01 milhões
- 5º - Carira (SE) - R\$ 84,25 milhões

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 22/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

41. Compare a alternativa Paripiranga com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

42. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 23/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

43. Compare a alternativa Adustina com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

44. Compare a alternativa Anadia com a alternativa Carira, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								

**Comparação das alternativas em relação ao subcritério - Impacto ecológico (Índice de substituição de floresta por lavoura de milho e soja)**

Considerando o **menor** Índice de substituição de floresta por lavoura de milho e soja como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

1º - Simão Dias (SE) - 0,021  
 2º - Paripiranga (BA) - 0,028  
 3º - Carira (SE) - 0,029  
 4º - Adustina (BA) - 0,037  
 5º - Anadia (AL) - 0,048

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 24/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

45. Compare a alternativa Simão Dias com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

46. Compare a alternativa Paripiranga com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 25/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

47. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

48. Compare a alternativa Adustina com a alternativa Anadia, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anadia</b>	<input type="radio"/>								

Comparação das alternativas em relação ao subcritério - **Desenvolvimento econômico** (Índice de Desenvolvimento da Agropecuária Municipal - IDAM)

Considerando o **maior** IDAM como **melhor** opção, seguem as alternativas com a seguinte classificação:

1º -

Anadia (AL) - 0,39  
 2º - Carira (SE) - 0,38  
 3º - Adustina (BA) - 0,34  
 4º - Paripiranga (BA) - 0,33  
 5º - Simão Dias (SE) - 0,31

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOVfg2uZvmlg/edit) 26/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

49. Compare a alternativa Anadia com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Carira</b>	<input type="radio"/>								
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

50. Compare a alternativa Carira com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Adustina</b>	<input type="radio"/>								
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 27/28

27/07/2024, 06:56 3ª Etapa - julgamento das alternativas

51. Compare a alternativa Adustina com as demais alternativas abaixo, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Paripiranga</b>	<input type="radio"/>								
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

52. Compare a alternativa Paripiranga com a alternativa Anadia, de acordo a escala de Saaty :

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Simão Dias</b>	<input type="radio"/>								

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários

[https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N\\_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1UvqV0QToRmcSrDm33N_wgFHWghjm7JGAOvFg2uZvmlg/edit) 28/28