

ESTRATÉGIA DE LOCALIZAÇÃO PARA CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO: UM ESTUDO DE CASO APLICANDO OS MÉTODOS DO CENTRO DE GRAVIDADE E PONDERAÇÃO DE FATORES EM UMA REDE DE SUPERMERCADOS

Andre Luís Cordeiro de Farias

Universidade Federal do Espírito Santo

Email: andre.l.farias@edu.ufes.br

Rhaul Mendonça Azevedo Borges

Universidade Federal do Espírito Santo

Email: rhaul.borges@edu.ufes.br

Profa. Dra. Thiara Cezana Gomes

Universidade Federal do Espírito Santo

Email: thiara.gomes@ufes.br

Cícero Perim Mognhol

Universidade Federal do Espírito Santo

Email: cicero.mognhol@edu.ufes.br

Resumo

A definição da localização de Centros de Distribuição (CDs) constitui um fator estratégico determinante para a eficiência logística, especialmente em redes de supermercados que operam com produtos de alto giro e perecibilidade. A escolha inadequada impacta diretamente o nível de serviço e a sustentabilidade financeira da organização. Este estudo teve como objetivo propor uma nova localização estratégica para o CD de uma rede varejista localizada em Cachoeiro de Itapemirim, no Espírito Santo. Para tanto, adotou-se uma abordagem metodológica híbrida: o Método do Centro de Gravidade foi utilizado para determinar a localização teórica de custo logístico mínimo, enquanto o Método de Ponderação de Fatores foi aplicado para incorporar critérios qualitativos estratégicos. A análise indicou que a localização LOC1 obteve a melhor pontuação (385,00), superando o ponto atualmente utilizado pela empresa (LOC2) em critérios como acessibilidade, proximidade das lojas e infraestrutura. Os resultados demonstram que a combinação de modelos quantitativos e qualitativos provê um suporte à decisão mais robusto, racional e alinhado aos objetivos de expansão e redução de custos da organização.

Palavras-chave: Localização de Instalações. Método do Centro de Gravidade. Ponderação de Fatores. Cadeia de Suprimentos. Supermercados.

Abstract

The definition of Distribution Center (DC) locations is a strategic factor for logistics efficiency, especially in supermarket chains dealing with high-turnover and perishable products. Inadequate location choices directly impact service levels and the organization's financial sustainability. This study aimed to propose a new strategic location for a DC of a retail chain based in Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo. To this end, a hybrid methodological approach was adopted: the Center of Gravity Method was used to determine the theoretical location for minimum logistics costs, while the Factor Rating Method was applied to incorporate strategic qualitative criteria. The analysis indicated that the LOC1 location achieved the highest score (385.00), outperforming the point currently used by the company (LOC2) in criteria such as accessibility, proximity to stores, and infrastructure. The results demonstrate that the combination of quantitative and qualitative models provides more robust and rational decision support, better aligned with the organization's expansion objectives and cost reduction goals.

Keywords: Location Problem. Center of Gravity Method. Factor Rating Method. Supply Chain. Supermarkets.

1 Introdução

A crescente globalização, impulsionada pelo avanço das tecnologias e pela evolução dos modos de transporte, tem gerado uma demanda por entregas cada vez mais imediatas e pela busca por processos logísticos mais dinâmicos e eficientes. Nesse cenário, o planejamento da alocação de recursos, incluindo insumos e demandas, e a localização estratégica de instalações, como fábricas e Centros de Distribuição (CDs), tornam-se fatores cruciais para a competitividade (Katsaliaki; Galetsi; Kumar, 2022).

A decisão de localização transcende a análise puramente quantitativa, exigindo uma visão estratégica capaz de alinhar a infraestrutura logística às expectativas do consumidor. É fundamental, contudo, destacar o impacto direto dos custos de transporte sobre a estrutura de custos operacionais, os prazos de entrega e o nível de serviço percebido pelo cliente (Katsaliaki; Galetsi; Kumar, 2022). Assim, a adoção de uma abordagem sistemática no processo de localização de um CD é capaz de gerar resultados altamente eficazes. Essa otimização visa tanto a redução dos custos operacionais quanto, principalmente, a diminuição do tempo de espera do cliente final e a agilidade na reposição de estoque nas filiais (Guazzelli; Cunha, 2015).

Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo propor uma nova localização para a instalação de um Centro de Distribuição em uma rede de supermercados localizada no Espírito Santo (ES), utilizando uma abordagem híbrida que combina métodos quantitativos e qualitativos. Para tanto, este estudo se propõe a: (i) realizar o mapeamento geográfico das coordenadas das lojas e seus respectivos volumes de demanda, o que servirá de base para a aplicação do Método do Centro de Gravidade; (ii) definir e ponderar os critérios de decisão relevantes para o negócio, por meio do Método de Ponderação de Fatores; e (iii) consolidar as análises resultantes para selecionar a localização final que melhor se adequa aos critérios estratégicos estabelecidos.

A logística e a localização configuram-se como elementos críticos no ambiente de redes supermercadistas. Neste setor, a precisão no controle de estoque e a agilidade na entrega de produtos são requisitos primordiais para atender à demanda. Além disso, a complexidade inerente ao gerenciamento de produtos perecíveis e de alto giro exige uma cadeia de suprimentos excepcionalmente bem planejada. Uma operação logística otimizada é, portanto, crucial para mitigar perdas, aprimorar a eficiência das rotas e garantir um elevado padrão de serviço ao cliente (Silva; Oliveira, 2020).

Tradicionalmente, a redução de custos dominou as decisões de localização logística. No entanto, o cenário atual exige que as metodologias não se restrinjam apenas a características quantitativas. A complexidade do problema demanda uma análise mais ampla, que contemple tanto os fatores qualitativos quanto a visão

estratégica inerente ao negócio, caracterizando uma abordagem multicritérios. Diante disso, esta pesquisa se fundamenta em uma conjunção de métodos complementares, integrando dados mensuráveis e visões especializadas. A combinação do Método do Centro de Gravidade com o Método de Ponderação de Fatores visa, assim, assegurar uma base de tomada de decisão mais sólida, realista e robusta (Souza; Pereira; Pontes, 2015).

A localização estratégica de um CD é uma decisão crucial para mitigar restrições na cadeia de suprimentos e dar suporte eficaz aos planos de expansão. No caso específico da rede de supermercados em estudo, o crescimento contínuo da empresa e o conseqüente aumento da demanda impuseram a necessidade urgente de centralizar o estoque para o abastecimento eficiente de todas as filiais. Atualmente, a ausência de um CD dedicado na região de Cachoeiro de Itapemirim, ES, gera sérios desafios operacionais: indisponibilidade de espaço nas lojas, elevados custos de frete e, principalmente, longos prazos de espera devido ao abastecimento direto pelos fornecedores. A implementação de um CD permitirá, portanto, a consolidação de pedidos em maior volume, a otimização das entregas e, fundamentalmente, garantirá a agilidade e a segurança necessárias na reposição dos produtos (Muharemović *et al.*, 2024).

Para atingir os objetivos propostos, este artigo está estruturado em cinco seções. Após esta introdução, a Seção 2 apresenta o referencial teórico, com foco no método do Centro de Gravidade e no método de Ponderação de Fatores. A Seção 3 detalha a metodologia aplicada à pesquisa. Em seguida, a Seção 4 expõe os resultados e discussões obtidos a partir da aplicação dos métodos. Por fim, a Seção 5 apresenta as conclusões do estudo, suas implicações e sugestões para futuras pesquisas.

2 Referencial Teórico

Considerando a complementaridade entre a otimização matemática e a análise estratégica, esta seção descreve os fundamentos teóricos dos métodos de apoio à decisão utilizados para a localização logística.

2.1 Gestão de Localização e Centros de Distribuição

A definição de um local apropriado para um CD é uma decisão estratégica crucial que afeta diretamente os custos operacionais e a qualidade dos serviços prestados. No setor de alimentos e transporte de cargas, os CDs viabilizam o fluxo contínuo de mercadorias, auxiliam na redução dos prazos de entrega e elevam a satisfação do cliente. Keshavarz-Ghorabae (2021) destaca que os CDs atuam como uma estrutura dinâmica de transição entre os processos de produção e o consumidor final, diferenciando-se dos armazéns tradicionais por priorizarem a agilidade e a movimentação em detrimento da estocagem estática.

Em redes de supermercados e empresas de transporte, a complexidade das operações exige decisões assertivas. A utilização estratégica de CDs facilita a consolidação de cargas e a otimização da gestão de estoques. Segundo Nong (2021), a localização ideal deve considerar fatores como acessibilidade urbana, disponibilidade de transporte e recursos humanos. Além disso, a capacidade de resposta às lojas e a integração com fornecedores são vitais para a eficiência no reabastecimento. Redes maiores frequentemente optam por estruturas descentralizadas, próximas aos pontos de consumo, visando maximizar a responsividade (Xiao *et al.*, 2024).

A avaliação de potenciais localizações configura-se como um clássico desafio de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM), exigindo o equilíbrio entre critérios quantitativos, como custos e distâncias, e qualitativos, como infraestrutura e segurança. Nesse contexto, a literatura recente, conforme Bastos, Venturin e Gomes (2025), enfatiza que a utilização isolada de métodos quantitativos pode negligenciar variáveis críticas de risco operacional, justificando o emprego de abordagens híbridas. Autores como Torres e Gomes (2025) defendem a integração de métodos — como o Centro de Gravidade, a Ponderação de Fatores e o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) — para garantir decisões mais robustas e alinhadas aos objetivos estratégicos da organização.

Diante da complexidade operacional, a literatura acadêmica propõe modelos estruturados que superam a intuição gestora, fundamentando a escolha da

localização ideal. Considerando a complementaridade entre a otimização matemática e a análise estratégica, descrevem-se a seguir os fundamentos teóricos das técnicas utilizadas neste estudo.

2.2 Métodos de Apoio à Decisão de Localização

A escolha de uma unidade logística exige o equilíbrio entre eficiência de custos e viabilidade estratégica. Para contemplar essa dualidade, este estudo utiliza dois métodos complementares: o Método do Centro de Gravidade e o Método da Ponderação de Fatores.

2.2.1 Método do Centro de Gravidade

O Método do Centro de Gravidade é uma técnica quantitativa que visa determinar a localização ideal de uma instalação para minimizar os custos totais de transporte. O modelo assume que o custo de transporte cresce linearmente com a quantidade embarcada (assumindo-se um cenário de tarifação constante para fins de modelagem inicial) e que tanto os mercados quanto as fontes de suprimentos podem ser distribuídos como pontos de grade em um plano. Devido à sua simplicidade e baixo custo computacional, essa abordagem é especialmente útil nos estágios iniciais do planejamento (Chopra; Meindl, 2011).

Para a aplicação deste modelo, os parâmetros fundamentais são definidos a seguir: x_n, y_n : Coordenadas geográficas do nó n (seja ele uma fonte de suprimento ou um mercado); F_n : Custo unitário de transporte por unidade de distância associado ao nó n ; D_n : Volume de carga (demanda ou suprimento) a ser movimentado entre a nova instalação e o nó n .

A distância entre a instalação a ser posicionada nas coordenadas (x, y) e cada ponto n é calculada por meio da distância euclidiana, conforme a Equação (1).

$$d_n = \sqrt{(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2} \#(1)$$

O objetivo do modelo é encontrar a localização que minimize o Custo Total de Transporte (TC). A função objetivo é definida pela soma ponderada das distâncias pelos respectivos volumes e custos unitários, expressa na Equação (2).

$$TC = \sum_{n=1}^k (d_n D_n F_n) \#(2)$$

A localização (x, y) é aquela que resulta no menor valor possível para o TC. Dado que esta é uma função de otimização não linear, a solução pode ser obtida numericamente por meio de algoritmos de busca ou ferramentas de apoio à decisão, como o suplemento Solver do Microsoft Excel. Neste processo, as coordenadas (x, y) são definidas como as variáveis de decisão do modelo.

É importante destacar que o resultado matemático representa um ponto teórico que pode incidir em locais geograficamente inviáveis. Por esse motivo, o Centro de Gravidade é utilizado para delimitar uma região de interesse, servindo de base para a seleção de localidades candidatas reais que poderão ser posteriormente avaliadas por critérios qualitativos (Bastos; Venturin; Gomes, 2024).

2.2.2 Método da Ponderação de Fatores

A Ponderação de Fatores é uma técnica de apoio à decisão multicritério essencial em cenários que envolvem critérios conflitantes e subjetivos. Este método permite que os decisores atribuam pesos de importância relativa a fatores que não podem ser quantificados estritamente por custos monetários, como segurança local, infraestrutura tecnológica e disponibilidade de mão de obra qualificada (Belton; Stewart, 2002).

Além de organizar a avaliação de forma estruturada, a técnica promove um processo participativo ao incorporar as percepções de diferentes stakeholders para identificar prioridades comuns (Tavana; Soltanifar; Santos-Arteaga, 2023). A aplicação matemática do método consiste no cálculo de uma pontuação global para cada localidade candidata, conforme a Equação (3).

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot s_{ij} \quad (3)$$

Onde: S_j : Pontuação total ponderada da localidade candidata j ; w_i : Peso de importância atribuído ao fator i ; s_{ij} : Pontuação (score) da localidade j em relação ao fator i ; n : Número total de fatores considerados.

O procedimento sistemático para a aplicação desta técnica compreende as seguintes etapas:

1. Identificação de Fatores: Seleção de critérios críticos para o sucesso da operação (por exemplo, incentivos fiscais, qualidade de vida, proximidade de modais).
2. Atribuição de Pesos (w_i): Definição da relevância relativa de cada critério para os objetivos estratégicos da organização.
3. Escalonamento: Estabelecimento de uma escala numérica padronizada (ex.: 1 a 10 ou 1 a 100) para avaliar o desempenho das alternativas em cada fator.
4. Pontuação e Cálculo: Avaliação das localidades candidatas frente aos critérios e aplicação da fórmula de soma ponderada.

Dessa forma, a transparência nas escolhas aumenta, garantindo que a localização final esteja alinhada tanto com a eficiência logística (proveniente de modelos quantitativos) quanto com as prioridades estratégicas da organização.

3 Metodologia

O presente estudo adota uma abordagem aplicada e de natureza descritiva, focada na otimização da rede logística de uma rede de supermercados situada no sul do Espírito Santo. O objetivo central é propor a localização ideal para a instalação de um novo Centro de Distribuição (CD), visando suportar a expansão da rede, reduzir custos totais de distribuição, elevar o nível de serviço e mitigar gargalos operacionais decorrentes da atual estrutura centralizada.

3.1 Coleta e Tratamento de Dados

A pesquisa fundamenta-se na triangulação de dados obtidos via registros internos e consultas em campo. Os dados contemplam: coordenadas geográficas (latitude/longitude), demandas mensais por unidade, custos fixos e variáveis, além de indicadores de infraestrutura e viabilidade fundiária.

As coordenadas foram obtidas via Google Maps e GPS, e os dados operacionais (período de janeiro a julho de 2025) foram consolidados em planilhas Microsoft Excel. Adicionalmente, realizaram-se entrevistas com a diretoria para o levantamento de custos, características da frota e definições estratégicas.

3.2 Método do Centro de Gravidade (Abordagem Quantitativa)

Para a definição da localização teórica, utilizou-se o Método do Centro de Gravidade. Nesta etapa, apuraram-se informações de unidades da rede presentes em oito diferentes localizações e informações de quatro cidades-destino. Os parâmetros estruturantes para a aplicação do modelo incluíram: localização geográfica (latitude e longitude) das unidades a serem atendidas; volume de demanda mensal de cada unidade; custos operacionais e de transporte (custos variáveis e fixos); informações sobre infraestrutura, acesso viário e disponibilidade de terrenos na região.

A aplicação deste método permitiu calcular as coordenadas geográficas que otimizam o custo de movimentação entre o futuro CD e os pontos de consumo. O resultado gerou um ponto de referência espacial (localização teórica), que serviu como base técnica e balizadora para a etapa posterior de análise qualitativa e seleção de terrenos viáveis.

3.3 Método de Ponderação de Fatores (Abordagem Qualitativa)

Para incorporar variáveis estratégicas, aplicou-se o Método de Ponderação de Fatores. Os critérios foram definidos segundo levantamento bibliográfico (Ballou,

2006; Chopra; Meindl, 2011; Bastos; Venturin; Gomes, 2025) e reuniões juntamente com sócios-gestores da empresa estudada. Ao final, foram escolhidos como critérios: C1. Proximidade das lojas; C2. Acessibilidade; C3. Proximidade de fornecedores; C4. Custo de capital investido; C5. Segurança; C6. Expansão e escalabilidade; C7. Infraestrutura e serviços; e C8. Disponibilidade de mão de obra.

Após a definição da localização teórica (via Centro de Gravidade), estabeleceu-se um raio de abrangência de 10 km, dentro do qual foram selecionadas alternativas reais de terrenos. As alternativas foram pontuadas (0 a 10) conforme o atendimento a cada critério ponderado, permitindo uma comparação objetiva. A tomada de decisão final foi validada em reunião com a diretoria, garantindo que o local selecionado apresentasse a melhor aderência aos objetivos estratégicos da rede.

4 Resultados e Discussão

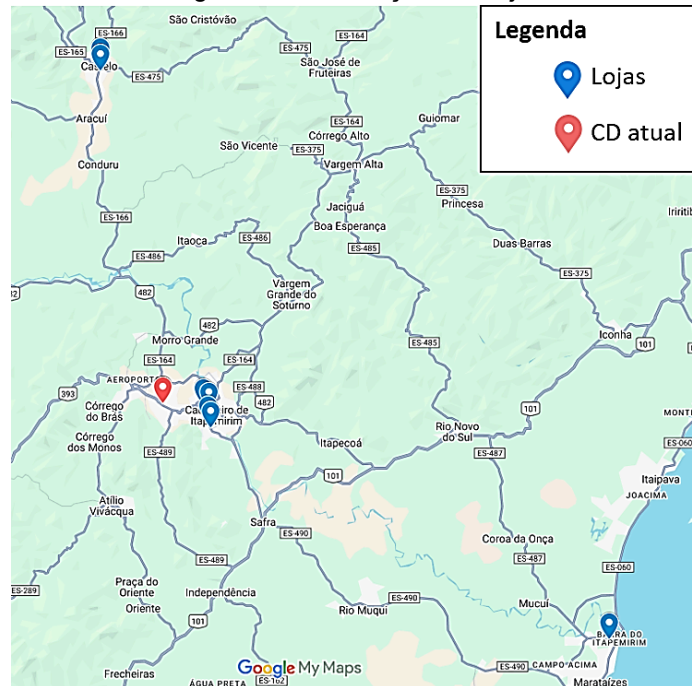
Este capítulo apresenta a aplicação prática dos modelos logísticos selecionados para a resolução do problema de localização do novo Centro de Distribuição (CD). A discussão está estruturada em duas etapas complementares: inicialmente, descreve-se a aplicação do Método do Centro de Gravidade, que fornece a base quantitativa para a identificação do ponto geográfico de distribuição; em seguida, detalha-se o Método de Ponderação de Fatores, que integra critérios estratégicos e qualitativos à análise. A convergência entre esses métodos permite consolidar uma proposta de localização que equilibra a eficiência matemática com a viabilidade operacional e as diretrizes estratégicas da empresa.

4.1 Aplicação do Método do Centro de Gravidade

O Método do Centro de Gravidade foi utilizado para determinar a localização teórica que minimiza os custos totais de transporte entre o futuro Centro de Distribuição (CD) e as unidades da rede, ponderando as variáveis de demanda e custo logístico.

A modelagem baseou-se no mapeamento georreferenciado das oito unidades da rede. A Figura 1 ilustra a distribuição espacial destas unidades e a posição do CD atual, evidenciando a configuração logística vigente.

Figura 1 - Distribuição das lojas



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para viabilizar a aplicação do modelo, estruturou-se uma base de dados consolidada que integra os custos logísticos operacionais. Estes foram decompostos em custos fixos (depreciação, manutenção e seguros) e variáveis (combustível), e posteriormente rateados por volume transportado e quilometragem percorrida. Os volumes transportados foram determinados a partir da capacidade nominal de carga dos veículos, assumindo-se a operação com ocupação plena, conforme as fichas técnicas de cada modelo. Tal premissa assegura que os parâmetros de entrada reflitam com precisão a realidade operacional da distribuição.

O cálculo dos custos mensais considerou um ciclo de 26 dias úteis, parametrizado pela frequência real de viagens para cada unidade. A partir da segregação desses custos totais em relação ao volume movimentado e à distância percorrida, obteve-se o indicador de custo unitário ($R\$/m^3/km$). A Tabela 1 sintetiza os dados consolidados de latitude, longitude, custos operacionais e demanda média mensal. Ressalta-se que, por questões de confidencialidade e compliance corporativo, os nomes das unidades foram omitidos, sendo referenciadas neste estudo como Loja 1 a Loja 8.

Tabela 1 - Dados consolidados para implementação do Método do Centro de Gravidade

Lojas	Latitude	Longitude	Custo de transporte ($R\$/m^3/Km$)	Demanda (m^3)
-------	----------	-----------	--------------------------------------	-------------------

Loja 1	-20,84340685	-41,1560280 3	0,17	193,75
Loja 2	-20,6024133	-41,2033019 4	0,04	63,63
Loja 3	-20,60708228	-41,2036520 7	0,09	27,27
Loja 4	-20,84497115	-41,1250872 3	0,03	211,5
Loja 5	-20,8469603	-41,1210751 2	0,42	38,64
Loja 6	-20,85700773	-41,1217106 9	0,05	103,62
Loja 7	-20,86050424	-41,11957915	0,17	170,07
Loja 8	-21,01090303	-40,8169255 4	0,04	163,29

Fonte: Elaborada pelos autores.

A resolução do problema foi conduzida por meio da ferramenta Solver do Microsoft Excel, utilizando o método de otimização GRG Não Linear. A função objetivo foi definida como a minimização do custo total de transporte, tendo como variáveis de decisão as coordenadas (latitude, longitude) do novo CD, sem imposição de restrições de contorno nesta etapa inicial.

Os resultados apontaram como ponto ótimo as coordenadas $x = -20,859961$ e $y = -41,1197237$, com um custo total estimado de R\$ 4.016.486,54. Esta localização teórica concentra-se próxima às unidades que representam os maiores volumes de demanda e custos logísticos, confirmando a viabilidade de uma posição estratégica que centraliza o fluxo e reduz a distância média percorrida pela frota.

A partir desse ponto ótimo, estabeleceu-se um raio de abrangência de dez quilômetros para a prospecção de terrenos reais. Dentro desta área, foram identificadas cinco alternativas viáveis de localização (denominadas LOC1 a LOC5). A Figura 2 apresenta o ponto obtido pelo Solver em relação aos locais candidatos selecionados.

Figura 2 – Localização obtida via Solver e locais candidatos



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Aplicação do Método de Ponderação de Fatores

Para complementar a análise quantitativa e integrar variáveis estratégicas ao processo decisório, aplicou-se a técnica de Ponderação de Fatores. Esta abordagem permitiu incorporar critérios qualitativos essenciais que, embora subjetivos, são determinantes para a viabilidade operacional de um Centro de Distribuição (CD).

Em reunião com a diretoria da empresa, foram validados oito fatores para a avaliação das alternativas de localização: C1. Proximidade das lojas; C2. Acessibilidade; C3. Proximidade de fornecedores; C4. Custo de capital investido; C5. Segurança; C6. Expansão e escalabilidade; C7. Infraestrutura e serviços; e C8. Disponibilidade de mão de obra.

A Tabela 2 detalha a matriz de decisão, contendo os pesos atribuídos conforme a criticidade de cada fator e as notas conferidas a cada localidade (LOC1 a LOC5).

Tabela 2 - Notas e pesos atribuídos a cada fator

Critérios	Peso (P)	Nota dos Locais					Pontuação				
		LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5
C1. Proximidade das lojas	9	9	8	6	5	8	81	72	54	45	72

C2. Acessibilidade	8	8	7	7	6	8	64	56	56	48	64
C3. Proximidade de fornecedores	4	6	5	8	7	6	24	20	32	28	24
C4. Custo do capital investido	7	7	7	6	5	7	49	49	42	35	49
C5. Segurança	5	7	6	6	5	7	35	30	30	25	35
C6. Expansão e escalabilidade	6	6	7	8	9	7	36	42	48	54	42
C7. Infraestrutura e serviços	5	8	7	6	5	8	40	35	30	25	40
C8. Mão de obra	7	8	7	6	5	8	56	49	42	35	56
Total							385	353	334	295	382

Fonte: Elaborada pelos autores.

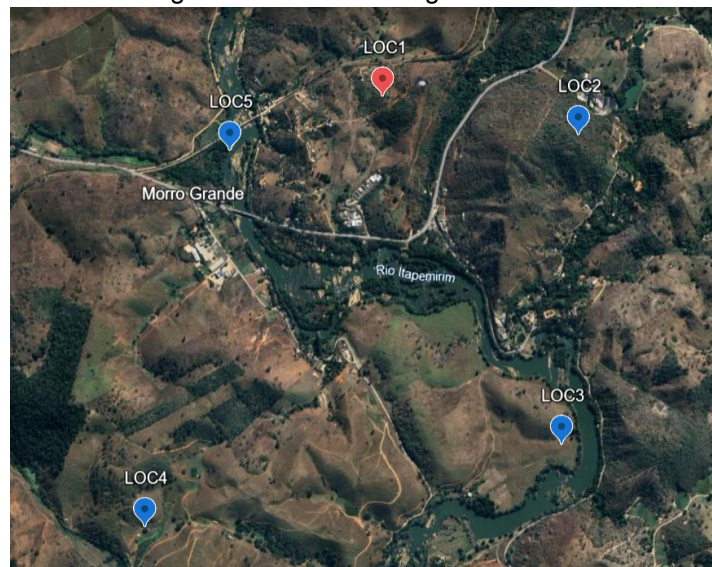
Os critérios foram definidos com base nas necessidades operacionais da rede e validados por levantamento bibliográfico. O critério C1 (Proximidade das lojas) recebeu o maior peso (9 de 10), dado que a maioria das unidades se concentra no raio de influência do centro de gravidade calculado, tornando a agilidade no reabastecimento um fator crítico. Em contrapartida, o C3 (Proximidade de fornecedores) recebeu peso 4, visto que a empresa já consolidou parcerias com fretes atrativos, reduzindo a relevância da localização geográfica deste fator específico.

A atribuição de notas (numa escala de 0 a 10) baseou-se em análises técnicas, consultas a imagens de satélite e avaliações *in loco* sobre a infraestrutura (conexão, serviços de apoio), acessibilidade (vias arteriais) e o potencial de mão de obra qualificada na região.

Após o processamento dos dados, o LOC1 obteve a pontuação máxima (385 pontos), seguido pelo LOC5 (382 pontos). A análise da matriz revela que, embora o LOC5 apresente superioridade em C6 (Expansão e escalabilidade), o LOC1 assegurou a liderança ao obter desempenho superior no critério de maior peso (C1 - Proximidade das lojas). Isso indica que a organização optou por privilegiar a agilidade imediata no reabastecimento e a redução do *lead time* em detrimento de uma facilidade futura de expansão física. Portanto, a escolha do LOC1 não é apenas matemática, mas alinha-se à diretriz de maximizar o nível de serviço atual junto à rede varejista.

Em comparação à estrutura atual (LOC2, com 353 pontos), a alternativa selecionada apresenta uma vantagem tangível de 32 pontos, evidenciando o significativo potencial de otimização operacional. A Figura 3 ilustra a posição geográfica do LOC1, validando sua centralidade em relação aos pontos de consumo.

Figura 3 - Local final sugerido: LOC1



Fonte: Elaborada pelos autores.

5 Considerações Finais

O alinhamento entre estratégias logísticas e objetivos organizacionais é um determinante crítico de competitividade no setor varejista. Decisões de longo prazo sobre a rede logística afetam diretamente o nível de serviço e a sustentabilidade financeira, exigindo uma análise fundamentada e sistemática.

Esta pesquisa teve como objetivo propor a localização estratégica para um novo Centro de Distribuição (CD) de uma rede de supermercados no Sul do Espírito Santo. Por meio de uma abordagem metodológica híbrida, foi possível integrar a precisão matemática do Método do Centro de Gravidade com a visão estratégica do Método de Ponderação de Fatores.

A aplicação do Método do Centro de Gravidade permitiu identificar o ponto teórico de custo logístico mínimo, situado nas coordenadas geográficas $x = -20,859961$ e $y = -41,1197237$, com um custo total estimado em R\$ 4.016.486,54. Este resultado serviu como referencial espacial para a seleção de alternativas viáveis de terreno.

Na sequência, a Ponderação de Fatores refinou esta análise ao incorporar critérios qualitativos essenciais, como acessibilidade, segurança e infraestrutura.

A análise indicou que a localização LOC1 obteve a melhor pontuação, superando a alternativa LOC2 (atual unidade) em 0,62 pontos. A superioridade da LOC1 em critérios como proximidade das lojas, escalabilidade e infraestrutura demonstra um potencial de ganho operacional relevante. Além dos ganhos técnicos, a integração desses métodos permitiu identificar limitações críticas do modelo atual, como a fragmentação de rotas e a concentração excessiva de estoque, reforçando a urgência da mudança.

Adicionalmente, a metodologia proporcionou aos gestores da rede um suporte à decisão estruturado, permitindo que critérios estratégicos fossem traduzidos em indicadores mensuráveis e ampliando a participação da diretoria no processo decisório. Em suma, o estudo demonstrou que a convergência entre modelos quantitativos de otimização e a avaliação qualitativa de especialistas é o caminho mais racional para decisões de rede que buscam eficiência e longevidade operacional.

Como recomendações para estudos futuros, sugere-se a incorporação de critérios de logística verde (sustentabilidade ambiental) no processo de ponderação, bem como a aplicação de modelos de simulação para testar o desempenho da rede em cenários de demanda sazonal.

Referências Bibliográficas

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BASTOS, B. S.; VENTURIN, A. V.; GOMES, T. C. Aplicação dos métodos do centro de gravidade e AHP para localização da garagem de uma transportadora de cargas perigosas. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 11, n. 1, p. 327-345, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.47456/bjpe.v11i1.46331>. Acesso em: 16 dez. 2025.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply chain management: strategy, planning, and operation**. 4. ed. New Jersey: Pearson, 2011.

GUAZZELLI, C. E.; CUNHA, C. B. **Logística e redes de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Atlas, 2015.

KATSALIAKI, K.; GALETSI, P.; KUMAR, S. Supply chain disruptions and resilience: A major review and future research agenda. **Annals of Operations Research**, v. 319, p. 965–1002, 2022. Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>. Acesso em: 18 jul. 2025.

KESHAVARZ-GHORABAE, M. Assessment of distribution center locations using a multi-expert subjective–objective decision-making approach. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 19461, 2021. Disponível em:
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-98698-y>. Acesso em: 10 jul. 2025.

MUHAREMOVIĆ, E. et al. **Challenges and solutions of logistics operators in the last mile of supply chains**. ResearchGate, 2024. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/385243023>. Acesso em: 01 jul. 2025.

NONG, T. N. M. A hybrid model for distribution center location selection. **Asian Journal of Shipping and Logistics**, v. 38, n. 1, p. 40–49, 2021. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.10.003>. Acesso em: 18 jul. 2025.

PEREIRA, N. de S.; SOUZA, F. J. S.; DAVID, C. C.; FARIAS JUNIOR, L. R. Aplicação dos métodos Centro de Gravidade e Ponderação dos Fatores: estudo de caso em uma empresa transportadora de cargas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação**, Vitória, v. 5, n. 2, p. 123–138, 2019. Disponível em:
<https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/download/27651/19947/82594>. Acesso em: 18 mai. 2025.

SILVA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. **A gestão logística na cadeia de suprimentos e distribuição do setor supermercadista**. ResearchGate, 2020. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/338848052>. Acesso em: 18 mai. 2025.

SOUZA, F. J. S.; PEREIRA, N. S.; PONTES, H. L. J. Aplicação do método do centro de gravidade para decisão de localização de uma transportadora rodoviária de cargas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: ABEPRO, 2015.

SUTAJI; HASIBUAN, R. Determination of distribution center location for paper packaging using Center of Gravity method and Analytical Hierarchy Process. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 11., 2021, Singapura. **Proceedings** [...]. Singapura: IEOM, 2021. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/365315789_Determination_of_distribution_center_location_for_paper_packaging_using_Center_of_Gravity_method_and_Analytical_Hierarchy_Process. Acesso em: 18 mai. 2025.

TAVANA, M.; SOLTANIFAR, M.; SANTOS-ARTEAGA, F. J. Analytical hierarchy process: Revolution and evolution. **Annals of Operations Research**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04432-2>. Acesso em: 18 mai. 2025.

TAVANA, M.; SOLTANIFAR, M.; SANTOS-ARTEAGA, F. J. **Weighted multi-criteria decision-making: methods and applications**. New York: Springer, 2023.

TORRES, H. B.; GOMES, T. C. Modelo híbrido de apoio à decisão logística de localização: aplicação dos métodos do centro de gravidade e pontuação ponderada em uma rede de bares e restaurantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 45., 2025, Natal, RN. **Anais** [...]. [S. l.]: Blucher, 2025. p. 1-13. DOI: 10.14488/ENEGEP2025_TN_WG_425_2081_48748.

XIAO, L. et al. Application of the center of gravity method of site selection for cold chain logistics park in Jiexi County. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING MANAGEMENT AND THE FORUM ON MODERN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, 9., 2024, Guilin, China. **Proceedings** [...]. Paris: Atlantis Press, 2024. p. 62-67. Disponível em: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-531-7_8. Acesso em: 22 nov. 2025.