

Área temática: Operações e Logística

**A INTEGRAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO PROBLEMA DE  
LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP**

**RESUMO:** O presente artigo tem como principal objetivo pesquisar e atualizar as cartas do jogo sério LabLog com critérios e índices socioambientais. Ademais, é utilizado o método AHP (Analytic Hierarchy Process) para a escolha da melhor alternativa com as características requeridas. É destacado a importância das práticas sustentáveis dentro do âmbito logístico, visto sua visibilidade dentro do PIB do Brasil. A aplicação prática no presente artigo exhibe um caso de ensino no jogo mencionado, o qual se faz a necessidade de escolher uma localização para a instalação de um centro de distribuição (CD). A decisão é feita com base no método do centro de gravidade com o intuito de definir a melhor localização geográfica para a instalação do CD, para projetar um raio em volta das coordenadas a fim de analisar as cidades dentro do mesmo, conseguinte do método AHP, sendo utilizado quando há diversas análises qualitativas e quantitativas a serem feitas. Dessa forma, a metodologia permitiu a escolha da melhor cidade do jogo sério com base nas cidades-cliente e do fornecedor através de uma classificação de nível hierárquico fundamentado nos melhores índices, além de satisfazer os critérios definidos pelo problema.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Logística Empresarial, Jogos sérios, Método AHP, Gestão de Operações.

**ABSTRACT:** The main objective of this article is to research and update the LabLog serious game cards with socio-environmental criteria and indices. Furthermore, the AHP (Analytic Hierarchy Process) method is used to choose the best alternative with the required characteristics. The importance of sustainable practices within the logistics scope is highlighted, given their visibility within Brazil's GDP. The practical application in this article shows a teaching case in the mentioned game, which involves choosing a location for installing a distribution center (DC). The decision is made based on the center of gravity method in order to define the best geographic location for the installation of the CD, to project a radius around the coordinates in order to analyze the cities within it, resulting from the AHP method, being used when there are several qualitative and quantitative analyses. In this way, the methodology allowed the choice of the best city for the serious game based on the client and supplier cities through a hierarchical level classification based on the best indexes, in addition to satisfying the criteria defined by the problem.

Keywords: Sustainability, Business Logistics, Serious Games, AHP Method, Operations Management.

## **1. INTRODUÇÃO**

Consoante Ballou (2006), a logística engloba todas as atividades de movimentação e armazenagem, as quais têm o objetivo de facilitar o fluxo de mercadorias e produtos, desde a fabricação da matéria-prima até a entrega para o consumidor final, além das trocas de informações e serviços durante esse fluxo.

Já como afirma o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2020), a logística possui a função de integrar e coordenar todas as atividades, como a aquisição da matéria prima, venda de produtos, entrega para o cliente final, marketing, finanças e tecnologia da informação. Dessa forma, é perceptível a definição dos níveis de planejamentos estratégico, operacional e tático dentro do ramo estudado.

Ademais, de acordo com o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), o setor logístico cresceu de 2,3% para 3,3% na projeção do PIB do Brasil em 2023, tendo uma expectativa de crescimento de 2% ainda em 2024. Com o avanço acelerado do setor, alguns desafios vão surgindo, como as preocupações ambientais e a necessidade de implementação de políticas sustentáveis. Carvalho (2010) cita a necessidade da logística sustentável, a qual mantém o crescimento econômico enquanto metas são cumpridas no âmbito da preservação ambiental.

Nessa ideia, surge a metodologia ativa como um processo educacional dentro das empresas e faculdades. O método citado é capaz de promover a capacitação e aprendizado através de simulações em um ambiente similar ao realista. Desse modo, o método mais utilizado é o jogo sério, o qual, além de trazer a característica prática e lúdica, torna o aprendizado mais dinâmico e profundo.

Estes jogos, tratados como jogos sérios, possibilita a imersão de estudantes dentro de ambientes similares ao do mundo real, através de diferentes situações, discussão de soluções, estimulando o processo de aprendizagem.

A partir da breve introdução, o objetivo do presente artigo é o intercâmbio entre o problema de localização de instalações dentro da logística com base no método AHP com a inclusão de critérios que remetem a sustentabilidade e a atualização, incluindo informações sobre sustentabilidade nas cartas das cidades do jogo sério LabLog, a fim de permitir seu uso no problema de instalação deste jogo.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Logística e Localização**

Com o avanço da globalização e a interconexão entre todas as atividades do ramo econômico entre os continentes, foi perceptível o desdobramento da velocidade relacionado a concorrência, tecnologia e resolução de problemas.

Consoante Campos e Brasil (2013), é papel da logística que o

abastecimento da produção e de informação garanta a agilidade e padronização das etapas da cadeia produtiva.

Segundo Bowersox et al (2006), a logística é denominada como o processo de agregação de valor ao produto final, desde a gestão e posicionamento do estoque até o transporte, manuseio de materiais e embalagem através de uma rede de instalações. Ademais, com o alcance do menor custo total, é possível manter as despesas operacionais baixas, além dos ativos financeiros aplicados na logística serem mínimos.

Entretanto, a decisão da localização de instalações de uma empresa deve ser calculada para que o centro de distribuição consiga fornecer produtos suficientes para seus clientes dentro do prazo de entrega estimado. Klose e Drexel (2005) afirmam que a tomada de decisão de instalações de centros de distribuição é característica fundamental para o sucesso de uma organização. Consoante Farahani et al (2010), a localização de instalações tem como principal objetivo a otimização de uma função objetivo, podendo ser custo, cobertura, tempo ou distância. Dessa maneira, é fundamental o estudo de métodos que consigam cobrir todos os problemas citados e mantenha a eficiência da empresa.

A escolha de uma localização para instalação, atualmente, aborda tanto questões quantitativas como qualitativas. Em primeiro modo, as questões quantitativas são essenciais para minimizar o custo em relação a tempo, distância e questões financeiras. Já em relação às questões qualitativas, devem ser analisadas qualidade de vida, estatísticas socioambientais e acesso à infraestrutura das cidades selecionadas para o estudo de localização.

Um dos diversos métodos para escolha da localização de uma instalação é o Centro de Gravidade, representada pela equação 1, o qual é relacionado com o volume de produtos, distância e custos em relação ao frete. Consoante Ballou (2006), a função objetivo do método é a minimizar o custo do transporte através da soma dos produtos entre o volume de demanda  $V_i$ , o custo unitário do frete  $F_i$  e a raiz quadrada distância percorrida entre o cliente e o centro de distribuição  $D_i$ , sendo representado pelas coordenadas X e Y de um plano cartesiano.

$$\text{Min}F(x, y) = \sum V_i \cdot F_i \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} \quad \text{Eq. (1)}$$

## 2.2 Sustentabilidade

A partir do conceito de desenvolvimento sustentável, criado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987, o qual diz que o desenvolvimento deve-se atender apenas as necessidades da sociedade atual, surgiu-se diversas ideias sobre a inserção do ramo sustentável no mercado empresarial.

Nicolăescu; Alpopi; Zaharia (2015), citado por Silva (2021), definiram a sustentabilidade empresarial a partir da compreensão da empresa da necessidade de redução do seu impacto gerado pela poluição, a fim de garantir um ambiente mais sustentável. Elkington (1994) criou o conceito do triple bottom line, o qual foi atualizado em 2018, teorizando que uma organização deve equilibrar seus objetivos nos âmbitos financeiro, ambiental e social, gerando

valor em todas essas áreas e um pensamento mais profundo sobre o capitalismo.

Atualmente, o desenvolvimento sustentável dentro do mercado empresarial tem trazido novos conceitos de aplicação, como o ESG (Environmental, social and Governance), com o intuito de integrar fatores sociais, ambientais e de governança no mercado de capitais (SILVA, 2022). Logo, com o crescimento do âmbito sustentável no mercado, o mesmo passou a ter critérios para tomadas de decisões de investimentos pelas empresas globais. Consoante a Rede Brasil do Pacto Global da ONU (2020), as empresas que atuam de acordo com os padrões ESG ampliam a competitividade, indicando solidez, custos inferiores e melhor reputação no mercado econômico.

A concepção da definição da sigla ESG proporciona uma maior produtividade e competitividade empresarial, conectando a atividade empresarial com os indicadores de sustentabilidade (CRUZ, 2021). Ademais, a partir do comprometimento com a redução dos riscos ambientais, é possível que as empresas consigam também evoluir financeiramente, tendo risco operacional menor, o qual contribui para a atratividade de novos clientes e aumento do faturamento.

Visto isso, é fato o crescimento do âmbito sustentável dentro do mercado empresarial, o qual as empresas são pressionadas para que se encaixem dentro das siglas mencionadas anteriormente. Logo, a emblemática do presente artigo é a inclusão dos dados relacionados à sustentabilidade ao jogo sério LabLog para que assim seja possível aperfeiçoar a forma de aprendizado dos estudantes.

### **2.3 Método AHP**

O método AHP (Analytic Hierarchy Process), criado por Saaty, foi desenvolvido como base para uma análise multicritério, colaborando para uma tomada de decisão em situações com diferentes índices de avaliações. Dessa forma, é possível mensurar análises quantitativas e qualitativas, hierarquizando os critérios definidos.

Segundo Costa (2006), o método AHP tem o objetivo de escolha de alternativas em problemas que possuem diferentes critérios de avaliação. Logo, para determinar a melhor alternativa, é necessário definir o problema, os critérios de decisão e ações a serem tomadas. Após, uma hierarquia dos critérios deve ser construída, com as prioridades esclarecidas a fim de serem comparadas.

Dessa maneira, Saaty (1990) criou uma tabela fundamental (Tab. 1), a qual serve para comparação entre dois critérios classificados como hierárquicos, necessitando de que todos sejam comparados com todos, criando-se uma matriz de decisão quadrática.

**Tabela 1** – Tabela Fundamental de Saaty.

<b>Intensidade de importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
-----------------------------------	------------------	-------------------

1	Igual importância	Atividades contribuem igualmente.
3	Importância moderada de uma sobre a outra	Algo um pouco mais relevante sobre o outro.
5	Mais importante de uma sobre a outra	Experiência favorece fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Muito mais importante de uma sobre a outra	Fortemente favorecida em relação à outra.
9	Importância extrema de uma sobre a outra	Evidência favorece uma atividade em relação à outra.

Fonte: Adaptado de Saaty (1990) e Azevedo (2016)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \text{ onde:}$$

$$a_{ij} > 0 \Rightarrow \text{positiva}$$

$$a_{ij} = 1 \therefore a_{ji} = 1$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \Rightarrow \text{recíproca}$$

$$a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} \Rightarrow \text{consistência}$$

Eq. (2)

Logo, para a conclusão da aplicação do método AHP, a partir da matriz criada com os valores da tabela fundamental de Saaty, é necessário realizar a normalização das matrizes por meio da soma de cada coluna da matriz, por conseguinte da divisão do elemento  $ij$  pelo somatório de sua coluna. Por seguinte, o cálculo das prioridades de cada critério, sendo as médias das linhas da tabela de normalização. Por último, o cálculo da prioridade global, sendo representado por um vetor o qual é correlacionado a cada critério em relação às alternativas.

Já para a realização do cálculo de consistência (RC), a equação denotada é  $RC = IC/IR$ , sendo IC é o índice de consistência, sendo  $IC = (\lambda - n)/(n - 1)$ , e IR considerado como índice randômico, dado por Saaty para cada número de elementos na tabela. O resultado do cálculo de consistência deve ser menor que 0,10.

Dessa forma, após calculado o vetor principal e dado o cálculo de consistência dentro das normas, é possível verificar a melhor alternativa de acordo com o maior nível de prioridade.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente artigo refere-se como uma pesquisa de natureza aplicada, de abordagem qualitativa e quantitativa, tendo como objetivo exploratório e propositivo; executada na forma de levantamento bibliográfico e fazendo uso da pesquisa-ação.

A natureza aplicada é evidente, sendo referenciado problemas na área de localizações de instalações aplicados, mais especificamente o problema da

localização de instalações usando a ferramenta de decisão AHP, não usado como tomada de decisão somente critérios financeiros, mas também critérios que remetem a sustentabilidade.

A abordagem qualitativa e quantitativa também foi dada como presente. Em alusão com os aspectos qualitativos, foram estudados índices de sustentabilidade, preservação ambiental e qualidade de vida nas cidades, bem como a própria problemática dos problemas de localização de instalações no âmbito da logística empresarial. De natureza quantitativa, foi referido o método de tomada de decisão multicritério AHP, o qual foi usado para determinar a cidade que receberá a instalação a ser construída no LabLog utilizando critérios de sustentabilidade.

Os objetivos exploratórios e propositivos se justificaram a medida que a pesquisa pretendida tomou conhecimento da problemática da localização de instalações no âmbito da logística utilizando a ferramenta de tomada de decisão AHP e que utiliza critérios financeiros, logísticos e de sustentabilidade, bem como a proposição de uma aplicação no jogo envolvendo a localização de instalações com as informações que foram levantadas e incorporadas nas cartas das cidades que compõe o tabuleiro deste jogo.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Problema**

A partir dos objetivos definidos para o presente artigo, o problema teve de ser pensado a fim de cumprir todos os requisitos, com a finalidade de utilizar os índices de sustentabilidade assente do método de tomada de decisões multicritério AHP, baseando-se em dez cidades-cliente e duas cidades-fornecedor. Além disso, se deu necessário a atualização das cartas do jogo sério LabLog, tendo como novidade a inclusão dos índices de sustentabilidade.

Qual cidade deve ser escolhida para a instalação do centro de distribuição do problema abordando o método AHP? Quais critérios estão envolvidos para a solução deste problema?

### **4.2 Critério**

O critério utilizado para a resolução do problema acima iniciou-se com o sorteio de dez cidades para serem clientes e outras duas cidades para serem fornecedores. A partir das coordenadas das cidades, foi aplicado o método do Centro de Gravidade a fim de localizar a melhor coordenada para a instalação de um centro de distribuição.

Logo, aplicando o método multicritério AHP, foi possível decidir a melhor cidade ao redor das coordenadas encontradas com base em dados quantitativos e qualitativos. Dessa forma, é possível ter uma instalação de facilidade com redução de custos operacionais e impactos ambientais.

### **4.3 Aplicação LabLog**

Baseado na fundamentação teórica deste artigo, foi dado início aos métodos de resolução do problema, com o sorteio de forma aleatória no Excel de doze cidades do jogo sério LabLog, sendo dez cidades-cliente e duas cidades-fornecedor (tabela 2). Dessa forma, foi possível encontrar o melhor local para a instalação do centro de distribuição através do método de centro de gravidade, dado pela fórmula da equação 1.

**Tabela 2:** Cidades sorteadas para clientes e fornecedores.

Cidade	Coordenada X	Coordenada Y
Pirita	26	55
Quartzo	20	58
Malaquita	35	46
Hematita	12	24.5
Dolomita	8	34
Zircônia	30	55
Ambar	19	50.5
Citrino	42	15
Zafira	33	32
Granada	39	26.5
Cianita	22	10
Lazúli	17	52

Fonte: LabLog

Dessa maneira, as coordenadas encontradas foram (25.5, 43.0), sendo necessário a projeção de um raio em volta das coordenadas determinadas a fim de analisar as cidades candidatas a receber a instalação. Logo as cidades (coordenadas) que devem participar da tomada de decisão, sendo Jaspe (27, 48), Alexandrita (19, 39) e Sodalita (30.5, 43).

Logo, com a definição das cidades candidatas a partir do método de centro de gravidade e assente da fundamentação teórica, foram definidos sete critérios a serem analisados através do método AHP para a escolha da melhor localização, sendo: Índice de Desenvolvimento Sustentável nas Cidades; Emissão de gases de efeito estufa; Consumo de eletricidade per capita; Qualidade do ar; IDH; PIB per capita; e Custo do metro quadrado. As informações necessárias de cada cidade estão nas cartas do jogo sério atualizadas (imagem 1).

**Imagem 1:** Cartas das cidades do LabLog atualizadas.

Quadrante  
3F



JASPE

TEMPO URBANO	0H30
ACESSO À RODOVIA	1 2 3 4 5
CUSTO M2	4
PIB PER CAPITA	R\$6.761,72
POPULAÇÃO	49.749
ÁREA KM2	368.757
IDH	0,804
NOME	JASPE
QUADRANTE	3F
Índice de Desenvolvimento Sustentável nas Cidades	52,67
Emissão de Gases de Efeito Estufa	12.778,03
Consumo de Eletricidade Per Capita / mês	206,64
Qualidade do Ar	4

Quadrante  
2D



ALEXANDRITA

TEMPO URBANO	0H30
ACESSO À RODOVIA	1 2 3 4 5
CUSTO M2	5
PIB PER CAPITA	R\$7.950,28
POPULAÇÃO	89.743
ÁREA KM2	1.826,754
IDH	0,745
NOME	ALEXANDRITA
QUADRANTE	2D
Índice de Desenvolvimento Sustentável nas Cidades	41,37
Emissão de Gases de Efeito Estufa	237,73
Consumo de Eletricidade Per Capita / mês	0,10
Qualidade do Ar	12

Quadrante  
3E



SODALITA

TEMPO URBANO	0H30
ACESSO À RODOVIA	1 2 3 4 5
CUSTO M2	4
PIB PER CAPITA	R\$21.439,62
POPULAÇÃO	146.114
ÁREA KM2	812.750
IDH	0,774
NOME	SODALITA
QUADRANTE	3E
Índice de Desenvolvimento Sustentável nas Cidades	39,98
Emissão de Gases de Efeito Estufa	1.664,93
Consumo de Eletricidade Per Capita / mês	126,79
Qualidade do Ar	37

Fonte: Adaptado do jogo LabLog.

Logo, as tabelas mostram a distribuição da Escala de Saaty em cada critério. Por conseguinte, foi necessário fazer a normalização a fim de calcular o peso (média) que cada cidade teria em cada critério, observado também nas tabelas abaixo. Observa-se que a soma das normalizações de cada cidade deve somar 1.

**Tabela 3:** Índice de Desenvolvimento Sustentável nas Cidades

	Jaspe	Alexandrita	Sodalita	Média normalização
Jaspe	1,0	5,0	7,0	0,72
Alexandrita	0,2	1,0	3,0	0,19

<b>Sodalita</b>	0,1	0,3	1,0	0,08
-----------------	-----	-----	-----	------

Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 4:** Emissão de gases de efeito estufa.

	<b>Jaspe</b>	<b>Alexandrita</b>	<b>Sodalita</b>	<b>Média normalização</b>
<b>Jaspe</b>	1,0	0,1	0,2	0,06
<b>Alexandrita</b>	9,0	1,0	3,0	0,67
<b>Sodalita</b>	5,0	0,3	1,0	0,27

Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 5:** Consumo de eletricidade per capita.

	<b>Jaspe</b>	<b>Alexandrita</b>	<b>Sodalita</b>	<b>Média normalização</b>
<b>Jaspe</b>	1,0	0,1	0,3	0,07
<b>Alexandrita</b>	9,0	1,0	7,0	0,78
<b>Sodalita</b>	3,0	0,1	1,0	0,15

Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 6:** Qualidade do ar.

	<b>Jaspe</b>	<b>Alexandrita</b>	<b>Sodalita</b>	<b>Média normalização</b>
<b>Jaspe</b>	1,0	3,0	7,0	0,64
<b>Alexandrita</b>	0,3	1,0	5,0	0,28
<b>Sodalita</b>	0,1	0,2	1,0	0,07

Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 7:** Custo do metro quadrado.

	<b>Jaspe</b>	<b>Alexandrita</b>	<b>Sodalita</b>	<b>Média normalização</b>
<b>Jaspe</b>	1,0	3,0	1,0	0,43
<b>Alexandrita</b>	0,3	1,0	0,3	0,14

<b>Sodalita</b>	1,0	3,0	1,0	0,43
-----------------	-----	-----	-----	------

Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 8:** PIB per capita.

	<b>Jaspe</b>	<b>Alexandrita</b>	<b>Sodalita</b>	<b>Média normalização</b>
<b>Jaspe</b>	1,0	0,3	0,1	0,08
<b>Alexandrita</b>	3,0	1,0	0,2	0,19
<b>Sodalita</b>	7,0	5,0	1,0	0,72

Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 9:** IDH.

	<b>Jaspe</b>	<b>Alexandrita</b>	<b>Sodalita</b>	<b>Média normalização</b>
<b>Jaspe</b>	1,0	3,0	5,0	0,63
<b>Alexandrita</b>	0,3	1,0	3,0	0,26
<b>Sodalita</b>	0,2	0,3	1,0	0,11

Fonte: Elaboração Própria

Logo, ao realizar o cálculo de consistência, o IR (índice randômico e constante de Saaty) utilizado foi 0,52, todos os valores deram dentro do padrão, sendo abaixo de 0,1, considerados consistentes.

A fim de calcular os pesos em que cada critério deve ter, foi montado uma matriz de ordem 7 (tabela 10) a partir da Escala de Saaty, com todos os critérios. Por conseguinte, ao normalizar a matriz, o vetor resultante gerado a partir da média de cada linha (critério) deve ser o peso utilizado para a definição da cidade na matriz final.

**Tabela 10:** Matriz com os critérios.

	<b>IDSC</b>	<b>Efeito Gases Estufa</b>	<b>Consumo energia per capita</b>	<b>Qualidade do Ar</b>	<b>Custo m2</b>	<b>PIB per capita</b>	<b>IDH</b>	<b>Vetor peso</b>
<b>IDSC</b>	1	5	7	5	5	5	3	<b>0,360</b>
<b>Efeito Gases Estufa</b>	0,20	1	5	0,33	5	5	5	<b>0,163</b>

<b>Consumo energia per capita</b>	0,14	0,20	1	0,14	0,33	0,33	0,20	<b>0,025</b>
<b>Qualidade do Ar</b>	0,20	3	7	1	7	5	3	<b>0,216</b>
<b>Custo m2</b>	0,20	0,20	3	0,14	1	5	5	<b>0,108</b>
<b>PIB per capita</b>	0,20	0,20	3	0,20	0,20	1	3	<b>0,062</b>
<b>IDH</b>	0,33	0,20	5	0,33	0,20	0,33	1	<b>0,064</b>

Fonte: Elaboração Própria

Dessa forma, a matriz final, representado pela tabela 11, foi gerada a partir das cidades (linhas) e critérios (colunas), sendo exibido em cada critério o peso definido para cada cidade. Assim, o somatório do produto entre o peso do critério com o peso da cidade gera a ordem de prioridade das cidades.

**Tabela 11:** Matriz final.

<b>Critério</b>	<b>IDSC</b>	<b>Efeito Gases Estufa</b>	<b>Consumo energia per capita</b>	<b>Qualidade do Ar</b>	<b>Custo m2</b>	<b>PIB per capita</b>	<b>IDH</b>	<b>Prioridade</b>
<b>Peso</b>	0,36	0,16	0,03	0,22	0,11	0,06	0,06	-
<b>Jaspe</b>	0,72	0,06	0,07	0,64	0,43	0,08	0,63	0,50
<b>Alexandrita</b>	0,19	0,67	0,78	0,28	0,14	0,19	0,26	0,30
<b>Sodalita</b>	0,08	0,27	0,15	0,07	0,43	0,72	0,11	0,19

Fonte: Elaboração Própria

Sendo assim, é possível concluir que a cidade escolhida para receber a instalação do centro de distribuição, a partir do auxílio do método de tomada de decisão AHP, é Jaspe.

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a atualização do jogo sério LabLog reconhece a importância do desenvolvimento sustentável, além do apoio ao conceito ESG. Sua Aplicação no contexto acadêmico colabora para o desenvolvimento e aprimoramento das habilidades dos estudantes para solucionar problemas semelhantes a realidade. Ademais, colabora para uma maior eficiência, lucidez e agilidade dos estudantes na resolução desses desafios quando enfrentados de forma realista.

Além disso, o método AHP utilizado como ferramenta para a escolha da localização ideal do centro de distribuição foi fundamental para a redução de

custos operacionais, como economia do custo do metro quadrado e de combustíveis para o transporte, além dos impactos ambientais. O método do centro de gravidade reduz a distância percorrida das frotas, além das despesas associadas e mão de obra, as quais, consecutivamente, colaboram para a redução de fases prejudiciais ao meio ambiente. O método aplicado serviu como base para análises de múltiplos fatores dos âmbitos vivenciados em uma situação real e atual, se comprometendo com a sustentabilidade e o gerenciamento da logística empresarial.

## 6. REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª Edição; tradução Raul Rubenich. Porto Alegre. Ed. Bookman, 2006.

Barros, Magno da Silva; Cunha, Vicente de Almeida. **Aplicação do método AHP para problemas gerenciais**: um estudo de caso. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Cândido Mendes. Campos dos Goytacazes, 2008.

BOWERSOX, D; CLOSS, D. COOPER, **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CAMPOS, L. F. R.; BRASIL, C. V. M. **Logística**: teia de relações. Curitiba: InterSaberes, 2013.

CARVALHO, K; BARBOSA, M; GONÇALVES, M. **Terceirização e estratégia competitiva**: perspectivas para a logística no Brasil. In: XXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2006, Fortaleza. Anais...Fortaleza, 2006.

COSTA, Bianca da Silva Lima Miconi. **UM ESTUDO SOBRE A SUSTENTABILIDADE**. Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído, Belo Horizonte/ MG, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30920/1/MONOGRAFIA%20BIANCA%20ENCADERNA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2024.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONAL (CSCMP). **CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary**. Disponível em [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx). Acesso em: 18 Mar. 2024

CRUZ, Augusto; **Política e Economia**: o negócio do futuro é ser responsável. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/politica-economia-o-negocio-do-futuroe-ser-responsavel>. Acesso em: 17 Mar. 2024.

DA SILVA, L. F. S. **Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/14009-ipea-revisa-a-previsao-do-pib-de-2-3-para-3-3-em-2023-e-mantem-em-2-0-a-estimativa-para-2024>. Acesso em: 5 jul. 2024.

ELKINGTON, J. **Triple bottom line revolution**: reporting for the third millennium. Australian CPA, v. 69, p. 75, 1994.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. São Paulo: M. Books, 2012.

Eugen Nicolăescu & Cristina Alpopi & Constantin Zaharia, 2015. "**Measuring Corporate Sustainability Performance**," Sustainability, MDPI, vol. 7(1), pages 1-15, January.

Farahani, R.Z.; SteadieSeifi, M.; Asgari, N. **Multiple criteria facility location problems**: A survey. Appl. Math. Model. 2010, 34, 1689–1709

**IDSC - BR Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil**. Disponível em: . Acesso em: 27 fev. 2024.

**IQAir | First in Air Quality**. Disponível em: <search?includeWebsiteSearch=true>. Acesso em: 27 fev. 2024.

Klose, Z. and Drexl, A. (2005) **Facility Location Models for Distribution System Design**. European Journal of Operational Research, 162, 4-29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2003.10.031>

Layrargues, P. **O Desafio Empresarial para a Sustentabilidade e as Oportunidades da Educação Ambiental**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/17973/material/EMPRESAS%20COM%20RESPONSABILIDADE%20AMBIENTAL.pdf>. Acesso em: 7 Mar. 2024.

MACEDO, B. **O Setor Empresarial e a Sustentabilidade no Brasil**. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração Universidade Federal Fluminense. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4417/441742831006.pdf>. Acesso em: 7 Mar. 2024.

Marins, C. et al. **O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Tomada de Decisões Gerenciais** – Um Estudo de Caso. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2009/artigos/55993.pdf>>. Acesso em: 3 Mar. 2024.

Miranda, A. et al. **Sustentabilidade - Uma análise do impacto do modelo ESG no ambiente empresarial, caso Harsco Sustainability -An analysis of the impact of the ESG model on the business environment, the Harsco case.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://novomilenio.br/wp-content/uploads/2022/08/6-Sustentabilidade-uma-analise-do-impacto-do-modelo.pdf>>. Acesso em: 5 Mar 2024.

NETTO, F. **Sustentabilidade Empresarial e ESG: Uma Distinção Imperativa.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://admpg.com.br/2021/anais/arquivos/09082021\\_180935\\_61392e878f5de.pdf](https://admpg.com.br/2021/anais/arquivos/09082021_180935_61392e878f5de.pdf)>. Acesso em: 1 jul. 2024.

SAATY, T. **The Analytic Hierarch Process.** RWS Publications, 1996.

Silva, L. **Relações Públicas e Sustentabilidade Empresarial no Brasil: UMA ANÁLISE A PARTIR DAS DIRETRIZES ATUAIS ESG E AGENDA 2030.** Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/1033>>. Acesso em: 5 Mar. 2024.