

Tomada De Decisão Baseada Em Dados: Estatística, Just In Time E Roi-Custo/Benefício Em Uma Empresa De Eletroeletrônicos Do Polo Industrial De Manaus

Fabício Rodrigues Nunes¹, Vinícius de Lima Lopes ², John Dalton Costa Pimentel³, Franciane Souza Meireles⁴, Orlem Pinheiro de Lima⁵

^{1,2,3,4.} (Estudante De Pós-Graduação, Departamento De Física, Universidade Do Estado Do Amazonas, Brasil)

⁵(Professor Doutor do departamento de administração e De Pós-Graduação, Universidade Do Estado Do Amazonas, Brasil))

Abstract:

Background: Este estudo investiga como a análise estatística pode identificar lacunas na gestão organizacional e contribuir para a aplicação dos princípios do Just in Time (JIT) e do ROI-custo/benefício em uma fábrica de eletroeletrônicos no Polo Industrial de Manaus. Utilizando o modelo de maturidade PIMM 4.0 e regressão linear múltipla, a pesquisa avalia o impacto das dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura na eficiência operacional da empresa. Os resultados revelam que a variável "Lead Times" possui influência significativa sobre o ROI, enquanto o Modelo de Negócio apresenta menor impacto. Além disso, o trabalho em Equipe Multidisciplinar se destaca como um fator positivo na melhoria dos processos produtivos. A análise estatística evidencia lacunas que podem ser otimizadas com práticas do JIT, permitindo a redução de desperdícios, o aumento da eficiência e a melhoria contínua. O estudo reforça a importância da tomada de decisão baseada em dados para fortalecer a competitividade e a sustentabilidade industrial.

Key Word: análise de dados, just in time, roi custo benefício, PIMM 4.0, regressão linear.

Date of Submission: 24-11-2025

Date of Acceptance: 08-12-2025

I. Introduction

A crescente demanda por eficiência e competitividade tem impulsionado as organizações a adotarem metodologias e práticas que maximizem a utilização dos recursos disponíveis, promovendo resultados financeiros mais robustos. Nesse contexto, o Retorno sobre Investimento (ROI) e o Just in Time (JIT) emergem como abordagens opcionais na gestão organizacional, ambas com o objetivo de otimizar processos e recursos. Enquanto o ROI quantifica o retorno gerado em relação aos custos aplicados, o JIT, por meio da eliminação de desperdícios e do alinhamento preciso entre produção e demanda, propicia melhorias significativas nos métodos produtivos. Conforme destaca Kawamoto Jr. (2018), o JIT não apenas reduz estoques, mas também aprimora a eficiência operacional ao promover a integração coordenada dos processos produtivos, mitigando gargalos e assegurando um fluxo contínuo em cadeias de suprimentos complexas. De maneira complementar, Santos et al. (2021) evidenciam que práticas alinhadas ao JIT, mesmo em setores menos tradicionais, como a construção civil, podem racionalizar processos e eliminar desperdícios, ainda que aplicadas de forma não sistemática.

O ROI-custo/benefício, enquanto indicador de desempenho, avalia a eficiência dos investimentos e das estratégias empregadas em múltiplas dimensões organizacionais. Paralelamente, o JIT fundamenta-se na eliminação de estoques excessivos, na redução de tempos de espera e na busca pela melhoria contínua, configurando-se como uma abordagem prática para a otimização dos processos operacionais. Embora apresentem diferenças conceituais, ambas as metodologias compartilham semelhanças notáveis no que tange à eficiência operacional, ao alinhamento de processos e ao foco na eliminação de desperdícios.

Este estudo investiga através de métodos estatísticos as lacunas destacadas pelo modelo, assim, indicar a aplicação dos princípios do JIT em uma análise de ROI-custo/benefício em uma fábrica de eletroeletrônicos localizada no Polo Industrial de Manaus. A análise concentra-se em três dimensões principais: Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura, buscando identificar como práticas alinhadas ao JIT podem fomentar o desempenho organizacional e financeiro.

Ao propor a convergência entre esses conceitos, este trabalho visa não apenas reforçar a relevância do JIT como uma ferramenta estratégica, mas também evidenciar sua aplicabilidade prática na maximização de resultados financeiros e operacionais. Dessa forma, espera-se contribuir para o aprimoramento das práticas de

gestão no Polo Industrial de Manaus, oferecendo insights relevantes para organizações que almejam maior eficiência e competitividade no mercado global.

II. Material And Methods

Just in Time (JIT) e Eficiência Operacional

O Just in Time (JIT) é uma metodologia de gestão de operações que busca a eliminação de desperdícios e a sincronização entre produção e demanda. Baseia-se em princípios como a produção puxada pela demanda, a redução de estoques e a melhoria contínua (Kaizen) (Ohno, 1988). Esses princípios tentam garantir que os recursos sejam utilizados de forma eficiente, produzindo apenas o necessário, no momento certo e na quantidade exata necessária, evitando excessos e gargalos no processo produtivo.

Conforme destacado por Ohno (1988), o JIT não se limita à redução de estoques, mas também promove a integração coordenada dos processos produtivos, mitigando gargalos e assegurando um fluxo contínuo em cadeias de suprimentos complexas. Essa abordagem permite que as organizações respondam de forma ágil às mudanças na demanda, reduzindo custos operacionais e aumentando a eficiência. Além disso, a filosofia do JIT incentiva a identificação e a resolução de problemas de forma proativa, criando um ambiente de melhoria contínua.

A aplicação do JIT em cadeias de suprimentos pode resultar em ganhos significativos de eficiência, especialmente em setores industriais. A redução de tempos de espera (Lead Times) e a eliminação de estoques excessivos (KAWAMOTO JR., 2018) são exemplos práticos de como o JIT pode otimizar processos produtivos. O desperdício de estoque, que consiste no acúmulo desnecessário de matéria-prima, produtos e suprimentos, é um dos principais focos do JIT. Esse tipo de desperdício acarreta maiores custos operacionais, ocupação de áreas físicas, tempo dedicado à manutenção de inventário e riscos de obsolescência. Ao eliminar esses excessos, o JIT não apenas reduz custos, mas também libera espaços que podem ser aproveitados, de forma a agregar mais na capacidade de organização da empresa.

Retorno sobre Investimento (ROI) e Gestão Estratégica

O Retorno sobre Investimento (ROI) é um indicador financeiro que mede a eficiência de um investimento, comparando o retorno gerado com os custos aplicados. Segundo Kaplan e Norton (1996), o ROI é uma ferramenta para a gestão estratégica, permitindo que as organizações avaliem o impacto de suas decisões em termos financeiros. A integração de métricas como o ROI com estratégias operacionais, como o JIT, proporciona uma visão holística do desempenho organizacional, alinhando objetivos financeiros com práticas de gestão que visam a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua.

Além disso, o ROI-custo/benefício permite que as empresas identifiquem áreas de melhoria e priorizem investimentos em práticas que gerem maior valor. A implementação de tecnologias de Indústria 4.0 junto com o aumento da visibilidade de todo o processo produtivo como a manutenção preditiva e a automação de processos, pode potencializar os benefícios do JIT, aumentando a precisão e a eficiência das operações.

Cadeia de Suprimentos e Cultura Organizacional

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) é um processo abrangente que envolve pessoas, processos, informações e recursos na atividade de transportar produtos e/ou serviços dos fornecedores conforme a demanda. Conforme Christopher (2016), uma cadeia de suprimentos bem gerenciada deve ser ágil, integrada e focada na redução de tempos de espera (Lead Times) e na eliminação de estoques excessivos. Esses aspectos são fundamentais para garantir que os recursos sejam utilizados de forma eficiente, alinhando a produção às demandas do mercado e minimizando desperdícios. A sincronização entre os diferentes elos da cadeia de suprimentos é essencial para alcançar maior adaptabilidade operacional e competitividade no mercado.

A redução de Lead Times é um dos principais benefícios de uma cadeia de suprimentos ágil. Conforme destacado por Ohno (1988), o tempo de espera entre as etapas do processo produtivo é um dos maiores geradores de desperdícios, aumentando custos e reduzindo a eficiência operacional. Ao minimizar esses tempos, as organizações não apenas reduzem custos operacionais, mas também aumentam sua capacidade de atender às demandas do mercado. Essa agilidade é especialmente relevante em um ambiente de negócios cada vez mais dinâmico e competitivo, onde as capacidades de resposta às flutuações do mercado impactam nas projeções estratégicas das empresas.

A Cultura Organizacional (CO) faz parte da dinâmica das organizações, sendo essencial para o desenvolvimento de qualquer processo realizado em seu ambiente. Conforme Cazane e Valentim (2021), a cultura organizacional contribui para a efetividade dos processos de gestão da cadeia de suprimentos. A cultura organizacional da empresa exerce influência direta na capacidade de gerenciar o conhecimento de forma eficaz, criando diferenciais competitivos que são essenciais para o desenvolvimento e atuação no mercado globalizado. Uma cultura que valoriza a colaboração, a comunicação aberta e a inovação promovem um ambiente propício para o compartilhamento de conhecimento e a integração eficiente dos processos da cadeia de suprimentos.

Método de pesquisa

Este estudo adota uma metodologia mista, combinando abordagens quantitativa e qualitativa para analisar o impacto das dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura no ROI-custo/benefício da dimensão Estratégia e Organização. Inspirado pelos princípios do Just in Time (JIT), que enfatizam a redução de desperdícios e o aprimoramento contínuo dos processos organizacionais, o estudo explora como práticas específicas podem influenciar a eficiência estratégica. Essa abordagem mista permite uma análise aprofundada, unindo a robustez estatística dos métodos quantitativos com a riqueza interpretativa das abordagens qualitativas, por permitir uma análise contextualizada e aprofundada das operações da empresa, fornecendo uma compreensão detalhada das variáveis envolvidas.

A seguir, detalham-se as principais etapas metodológicas seguidas no estudo.

Coleta de Dados

Os dados foram obtidos diretamente do sistema PIMM 4.0, um modelo de maturidade voltado para a digitalização e monitoramento em tempo real das cadeias produtivas. Segundo Sharda (2019) a análise de dados preditiva visa determinar a partir de técnicas estatísticas, cenários futuros, que incidem na categoria da mineração de dados. Esse sistema permite capturar informações detalhadas sobre os processos de Cadeia de Suprimentos (Estoque Tempo Real, Visibilidade SCM, Agilidade SCM e Lead Times), Modelo de Negócio (Orientação a Serviço, Decisão com base em dados, Ciclo de Vida PLM, Manutenção Preditiva, Canal de MKT e Negócio apoio TI) e Pessoas e Cultura (Prontidão tecnológica, Tecnologias Informação e Comunicação, Trabalho em Equipe Multidisciplinar, Prontidão Mudança e Desafios e Gestão de Projetos), possibilitando avaliar a abrangência de 15 variáveis independentes distribuídas entre as dimensões selecionadas.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o Microsoft Excel, ferramenta amplamente utilizada para o tratamento de dados e análise quantitativa. Segundo (Mineiro et al, 2022) a interpelação quantitativa evidencia o manuseio de dados, por meio de instrumentos e técnicas matemáticas para discutir as informações obtidas, buscando generalizações. O Excel foi empregado para organizar, processar e analisar os dados coletados, aplicando o método de regressão linear múltipla com o método de seleção de variáveis Forward (seleção progressiva). Esse método permite a inclusão gradual de variáveis no modelo, começando com a variável mais significativa e adicionando outras variáveis conforme o critério de significância estatística (valor-p) até que não haja mais variáveis significativas a serem inseridas.

O procedimento de seleção de variáveis Forward foi implementado utilizando o recurso de regressão do Excel, a seleção Forward é baseada na noção de que as variáveis devem ser inseridas uma por vez, até que uma equação de regressão satisfatória seja obtida (Ronald E. Walpole... [et al.], 2009, p.307). Em cada passo, a inclusão de novas variáveis no modelo foi testada com base no seu valor-p. A inclusão continuou até que nenhuma variável adicional tivesse um valor-p abaixo do nível de significância definido ($p < 0,05$).

A equação genérica da regressão linear múltipla (equação 1) resultante foi:

$$Y = \beta_0 + x_1 * \beta_1 + x_2 * \beta_2 + \dots + x_{15} * \beta_{15} \quad (1)$$

Onde:

Y representa o valor previsto do ROI-custo/benefício (variável dependente), β_0 é o coeficiente de interseção e β_1, β_2, \dots e β_{15} são os coeficientes que relacionam-se variáveis independentes, Estoque Tempo Real (x_1), Visibilidade SCM (x_2), Agilidade SCM (x_3), Lead Times (x_4), Orientação a Serviço (x_5), Decisão com base em dados (x_6), Ciclo de Vida PLM (x_7), Manutenção Preditiva (x_8), Canal de MKT (x_9), Negócio apoio TI (x_{10}), Prontidão tecnológica (x_{11}), Tecnologias Informação e Comunicação (x_{12}), Trabalho em equipe multidisciplinar (x_{13}), Prontidão Mudança e Desafios (x_{14}) e Gestão de Projetos (x_{15}) respectivamente, selecionadas por meio do método Forward.

Os dados foram inseridos no Excel, para os cálculos dos coeficientes e a análise de variância (ANOVA). Além disso, plotou os gráficos necessários à interpretação dos resíduos e da qualidade do ajuste do modelo.

Pressupostos da Regressão Linear Múltipla

Para garantir a validade do modelo de regressão linear múltipla, foram verificados os seguintes pressupostos:

Linearidade: Pressupõe-se que a relação entre as variáveis independentes (preparação e implementação da Indústria 4.0) e a variável dependente (estoque em tempo real) seja linear. A linearidade foi verificada por meio da análise gráfica no Excel, utilizando gráficos de dispersão entre as variáveis independentes e o ROI-custo/benefício.

Independência dos Erros (Independência Residual): Os resíduos do modelo (diferença entre os valores previstos e os valores observados) devem ser independentes. Para testar esse pressuposto, foi utilizado o teste de Durbin-Watson, que verifica a correlação serial entre os resíduos.

Homoscedasticidade: Os resíduos devem apresentar variância constante ao longo dos valores previstos. A homoscedasticidade foi analisada visualmente por meio do gráfico de dispersão dos resíduos gerado no Excel, verificando-se se os resíduos estavam distribuídos de forma uniforme ao longo do intervalo de valores previstos.

Normalidade dos Erros: Os resíduos devem seguir uma distribuição normal. Para verificar esse pressuposto, foi utilizado o histograma dos resíduos gerado no Excel, além da análise da normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk.

Esses pressupostos foram cuidadosamente analisados para assegurar que o modelo de regressão linear múltipla fosse adequado e que os resultados fossem robustos.

Teste de Hipóteses

Os testes de hipóteses foram conduzidos para avaliar a significância dos coeficientes da regressão. As hipóteses formuladas foram as seguintes:

Hipótese nula (H_0): $\beta_1 = \beta_2 = 0 \dots \beta_{15} = 0$, indicando que Cadeia de Suprimentos (Estoque Tempo Real, Visibilidade SCM, Agilidade SCM e Lead Times), Modelo de Negócio (Orientação a Serviço, Decisão com base em dados, Ciclo de Vida PLM, Manutenção Preditiva, Canal de MKT e Negócio apoio TI) e Pessoas e Cultura (Prontidão tecnológica, Tecnologias Informação e Comunicação, Trabalho em Equipe Multidisciplinar, Prontidão Mudança e Desafios e Gestão de Projetos) não têm impacto significativo sobre o ROI-custo/benefício.

Hipótese alternativa (H_a): $\beta_1 \neq 0$ ou $\beta_1 = 0, \beta_2 \neq 0$ ou $\beta_2 = 0, \dots$ e $\beta_{15} \neq 0$ ou $\beta_{15} = 0$ sugerindo que pelo menos uma das variáveis independentes influencia significativamente o ROI-custo/benefício.

Os testes de hipóteses foram realizados no Excel, utilizando o teste F para determinar a significância global do modelo, com um nível de significância de $p < 0,05$. A ferramenta de análise de dados do Excel foi fundamental para automatizar o cálculo desses valores e facilitar a interpretação dos resultados.

III. Result

Com base nos coeficientes calculados pelo método Forward, a equação de regressão mostra que as dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura impactam positivamente a variável ROI-custo/benefício da dimensão Estratégia e Organização, ainda que em magnitudes diferentes. A análise dos resíduos realizada no Excel, por meio de gráficos de dispersão que permitiram verificar a homoscedasticidade e linearidade dos dados, confirmando a adequação do modelo. Os valores-p calculados no Excel validaram a significância dos coeficientes, garantindo a robustez estatística das conclusões obtidas. Os gráficos de resíduos demonstraram que o modelo atende aos pressupostos necessários, validando assim a qualidade das previsões.

Tabela 1. *Resumo estatístico dos cálculos da base de dados pela regressão linear múltipla.*

		Estatística de regressão
R-múltiplo	0,72	É o coeficiente de correlação entre valor do ROI-custo/benefício observado com o valor do ROI-custo/benefício estimado.
R-Quadrado	0,52	Coeficiente de determinação de impacto para descrever a variável de interesse.
R-quadrado ajustado	0,41	Coeficiente de terminação ajustado.
Erro padrão	0,71	Erro obtido pela equação em unidade pela média.
Observações	83	Quantidade de amostras da base de dados

O valor de R-quadrado (Tabela 1) determina a porcentagem de 52% do quanto a as dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura influenciam a variável de interesse, este valor indica uma boa efetividade destas dimensões ao ROI-custo/benefício da dimensão Estratégia desta empresa do segmento eletroeletrônico no Polo Industrial de Manaus.

Esta porcentagem de R-quadrado mostra a quantidade de variação ROI-custo/benefício (variável dependente) da dimensão Estratégia e Organização sendo explicada por Cadeia de Suprimentos (Estoque Tempo Real, Visibilidade SCM, Agilidade SCM e Lead Times), Modelo de Negócio (Orientação a Serviço, Decisão com base em dados, Ciclo de Vida PLM, Manutenção Preditiva, Canal de MKT e Negócio apoio TI) e Pessoas e Cultura (Prontidão tecnológica, Tecnologias Informação e Comunicação, Trabalho em Equipe Multidisciplinar, Prontidão Mudança e Desafios e Gestão de Projetos), sendo 15 variáveis independentes (Destacado entre

parênteses), mantendo-se no intervalo de 0 a 1. À medida que R-quadrado aumenta, mais a variação nos dados é explicada pelo modelo e melhor a previsão destacando a importância destas dimensões para a empresa. Um R-quadrado baixo indica que o modelo não se ajusta bem aos dados, e que a Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura não explicam bem o ROI-custo/benefício da dimensão Estratégia e Organização, ou seja, o valor destas informações indica peso mínimo para a tomada de decisão. Segundo Laudon (2023) decisões não estruturadas são baseadas no bom senso, sua capacidade de ponderação e sagacidade para a deliberação do problema. Uma observação pertinente, é analisar o gráfico de resíduos, para que o R-quadrado não possa determinar se as estimativas e previsões dos coeficientes da regressão sejam tendenciosas, como mostra a último parágrafo desta seção.

A base de dados possui 83 amostras, como “o objetivo é inferir certos fatos acerca da população, a partir de resultados observados na amostra; tal processo denomina-se inferência estatística. O processo de obtenção ou extração de amostras é chamada de amostragem” (Spiegel, 1978, p. 217) foi obtida pelo PIMM 4.0, com a finalidade de construir a análise de variância (Tabela 2) das 16 variáveis para interpretar os resultados do modelo de regressão linear múltipla, através da soma de quadrados para cada fonte de variação do modelo e verificar o teste F (teste de hipótese). As informações geradas na análise de variância estão resumidas na tabela abaixo. Nela são apresentados os graus de liberdade calculados pela quantidade de variáveis independentes, a soma de quadrados mede a variação dos dados, o quadrado médio estima a variação total dos dados e por fim o teste F de significância.

Tabela 2. *Análise de variância dos dados calculada pelo modelo de regressão linear múltipla.*

ANOVA	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	F de significação
Regressão	15	37,21	2,48	4,86	2,94E-06
Resíduo	67	34,22	0,51		
Total	82	71,42			

A formulação do teste de hipótese precisa responder o quanto as dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura impactam no ROI-custo/benefício, e o quanto é visto nesta empresa?

No decorrer de toda a análise, estes requisitos devem atender aos pressupostos de validação do modelo, a suposição de linearidade, independência residual, igualdade das variâncias e normalidade, começamos pelo teste de hipótese, como mostra as equações 2 e 3 para a hipótese nula H_0 e alternativa H_a respectivamente:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0 \dots \beta_{15} = 0 \quad (2)$$

Valores nulos dos coeficientes da regressão, a hipótese nula deixa claro que não há correlação das variáveis independentes das dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura que especifique o ROI-custo/benefício nesta empresa. Caso a hipótese nula seja rejeitada utilizamos a hipótese alternativa, no qual é feita uma análise estatística a cada variável independente, das dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura correlaciona com o ROI-custo/benefício.

$$H_a: \text{não } H_0 \quad (3)$$

O pressuposto para a validação de significância do modelo de regressão linear múltipla aplicado aos dados, o teste F, com o nível F de significação = $2,94 \times 10^{-6}$ (valor calculado pela ANOVA na tabela 2) em comparação com o valor de $p = 0,05$ (temos 5% de significância, corresponde ao intervalo de confiança de 95%), como F significação da Anova é menor que o nível de significância p da regressão, revela que o modelo como um todo é significativo, direcionando a verificação individual dos coeficientes $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \dots$ e β_{15} é diferente de zero, rejeitando a hipótese nula, ou seja, o método aplicado ao estudo de caso desta empresa do segmento eletrônico justifica-se como válido para a análise.

A hipótese alternativa é aceita, portanto uma comparação torna-se pertinente do valor- p dos coeficientes calculado na tabela 3 com o valor- p de significância do modelo, assim, averiguar a proporção dos 52% obtida pelo R-quadrado para analisar as variáveis independentes em qual exerce o maior impacto em ROI-custo/benefício. Novamente o teste de hipótese é necessário, enfatizando desta vez uma variável independente por vez, a rejeição de H_0 implica que a equação de regressão difere de uma constante. Ou seja, pelo menos uma variável regressora é importante (Ronald E. Walpole... [et al.], 2009, p.292).

Tabela 3. Valores calculados pelo modelo de regressão linear múltipla para verificação do teste de hipótese alternativo, assim destacar as variáveis significativas do modelo.

Dimensão	Variáveis independentes	Coefficientes	valor-P	Teste de Hipótese
Cadeia de Suprimentos	Estoque Tempo Real	0,05	0,65	H_0 aceita
	Visibilidade SCM	0,09	0,43	H_0 aceita
	Agilidade SCM	-0,18	0,10	H_0 aceita
	Lead Times	0,45	0,00	H_0 rejeitada
	Orientação a Serviço	0,26	0,07	H_0 aceita
	Decisão com base em dados	-0,10	0,41	H_0 aceita
Modelo de Negócio	Ciclo de Vida PLM	-0,12	0,36	H_0 aceita
	Manutenção Preditiva	0,05	0,60	H_0 aceita
	Canal de MKT	0,18	0,11	H_0 aceita
	Negócio apoio TI	-0,06	0,62	H_0 aceita
	Prontidão tecnológica	0,13	0,33	H_0 aceita
	Tecnologias Inform. e Comunic.	0,02	0,82	H_0 aceita
Pessoas e Cultura	Trabalho em equipe multidisc.	0,32	0,05	H_0 rejeitada
	Prontidão Mudança e Desafios	-0,02	0,89	H_0 aceita
	Gestão de Projetos	-0,07	0,53	H_0 aceita

O teste de hipótese alternativa H_a evidencia a comparação, se o valor-P (Quarta coluna, Tabela 3) das variáveis independentes é maior, menor ou igual a 0,05 de significância do modelo, ou seja, se valor excede a significância, logo a equação 4 acentua que a variável analisada não impacta para a tomada de decisão para descrever ROI-custo/benefício (Deve-se esclarecer que este é o resultado matemática apontado pela regressão linear múltipla), caso contrário, seja menor ou igual, esta exerce influência de relação para descrevê-la. Começamos pela dimensão Cadeia de Suprimentos das variáveis independentes, ou seja, o teste de hipótese nula H_0 e alternativa H_a em Lead Times, é aplicado como mostra as equações 4 e 5 respectivamente:

$$H_0: \beta_4 = 0 \quad (4)$$

$$H_a: \beta_4 \neq 0 \quad (5)$$

A Lead Times, possui valor-p igual a 0,00, como mostra a tabela 3, este valor é menor que valor-p de significância (0,05) da regressão, ou seja, a hipótese nula é rejeitada, portanto Lead Times mostra a característica do tempo de entrega da organização, considerando o ciclo da manufatura, tempo de atravessamento e redução de “aging” da dimensão Cadeia de Suprimentos explica o monitoramento do ROI-custo/benefício desta análise, “ ao propor a eliminação dos estoques, o JIT evidencia os problemas, obrigando a empresa a enfrentá-los” (Tigre, 2019, p.197). Deve-se salientar que o diagnóstico estatístico leva em consideração que Estoque Tempo Real, Visibilidade SCM, Agilidade é um fator de relevância para o escopo deste diagnóstico, devido ao método Forward de escolha de variáveis e, portanto, a decisão de mantê-la no modelo de regressão faz-se pertinente.

Deve-se explicitar que o diagnóstico estatístico desta dimensão, Modelo de Negócio, não apresentou nenhuma variável de impacto para a dimensão Estratégia e Organização (Os valores excedem o valor de significância de 0,05) , logo, a estrutura indica baixa efetividade na gestão organizacional desta empresa para a tomada de decisão, caracterizando uma inércia no mercado de atuação, “em outras palavras, os técnicos estão capacitados para compreender e aperfeiçoar os processos industriais, mais ainda carecem de habilidade para aproveitar melhor o potencial humano existente para inovar” (Tigre, 2019, p.197). Em consideração, Orientação a Serviço, Decisão com base em dados, Ciclo de Vida PLM, Manutenção Preditiva, Canal de MKT e Negócio apoio TI é um fator de relevância para o escopo da análise, devido ao método Forward de escolha de variáveis e, portanto, a decisão de mantê-la no modelo de regressão faz-se pertinente.

Para finalizar os testes de hipótese, a dimensão Pessoas e Cultura passa a ser avaliada para compreender sua indução a Estratégia e Organização.

O teste de hipótese nula H_0 e alternativa H_a em Trabalho em Equipe Multidisciplinar, é aplicado como mostra as equações 6 e 7 respectivamente:

$$H_0: \beta_{13} = 0 \quad (6)$$

$$H_a: \beta_{13} \neq 0 \quad (7)$$

A Trabalho em Equipe Multidisciplinar, possui valor-p igual a 0,05, como mostra a tabela 3, este valor é igual que valor-p de significância 0,05 da regressão, ou seja, a hipótese nula é rejeitada, portanto o Trabalho em Equipe Multidisciplinar indica o nível de atuação das equipes, de forma multidisciplinar, evidenciando a interoperação departamental e foco em projetos de agregação valor, explicando o monitoramento do ROI-custo/benefício desta análise.

Esta verificação permite destacar como os coeficientes $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots$ e β_{15} (Terceira coluna, Tabela 3) relacionam-se com Cadeia de Suprimentos (Estoque Tempo Real, Visibilidade SCM, Agilidade SCM e Lead Times), Modelo de Negócio (Orientação a Serviço, Decisão com base em dados, Ciclo de Vida PLM, Manutenção Preditiva, Canal de MKT e Negócio apoio TI) e Pessoas e Cultura (Prontidão tecnológica, Tecnologias Informação e Comunicação, Trabalho em Equipe Multidisciplinar, Prontidão Mudança e Desafios e Gestão de Projetos) respectivamente, concerne a equação 8 utilizar os dados para gerar resultados preditivos e critérios da análise. O valor-p para os coeficientes das variáveis independentes, fornecem a probabilidade de obter uma amostra mais próxima aquela utilizada para derivar a equação de regressão, ou seja, verificar a inclinação da reta de regressão, se possui um valor nulo ou se os coeficientes são próximos aos valores calculados. Um valor-p baixo, indica 95% de confiança, a inclinação da linha de regressão não é nula e, portanto, existe uma relação linear significativa entre as variáveis independentes com ROI-custo/benefício. Um valor-p maior que 0,05 indica que a inclinação da linha de regressão pode ser nula e não há evidências suficientes, ao nível de confiança 95%, da existência de uma relação linear significativa entre as dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura para descrever a variável ROI-custo/benefício.

A regressão linear múltipla permitiu realizar previsões para o monitoramento de ROI-custo/benefício (Y) utilizando os valores da coluna dos Coeficientes retirados da tabela 3, estes relacionam-se respectivamente com Estoque Tempo Real (x_1), Visibilidade SCM (x_2), Agilidade SCM (x_3), Lead Times (x_4), Orientação a Serviço (x_5), Decisão com base em dados(x_6), Ciclo de Vida PLM (x_7), Manutenção Preditiva (x_8), Canal de MKT (x_9), Negócio apoio TI (x_{10}), Prontidão tecnológica(x_{11}), Tecnologias Inform. e Comunic. (x_{12}), Trabalho em equipe multidisc (x_{13}), Prontidão Mudança e Desafios (x_{14}) e Gestão de Projetos) (x_{15}) como mostra a equação 8.

$$Y = 0,12 + x_1 * 0,05 + x_2 * 0,09 + \dots + x_{15} * (-0,07) \quad (8)$$

Os valores previstos pelo modelo de regressão estão calculados com seus respectivos resíduos para cada valor das 83 amostras e organizados na tabela 4.

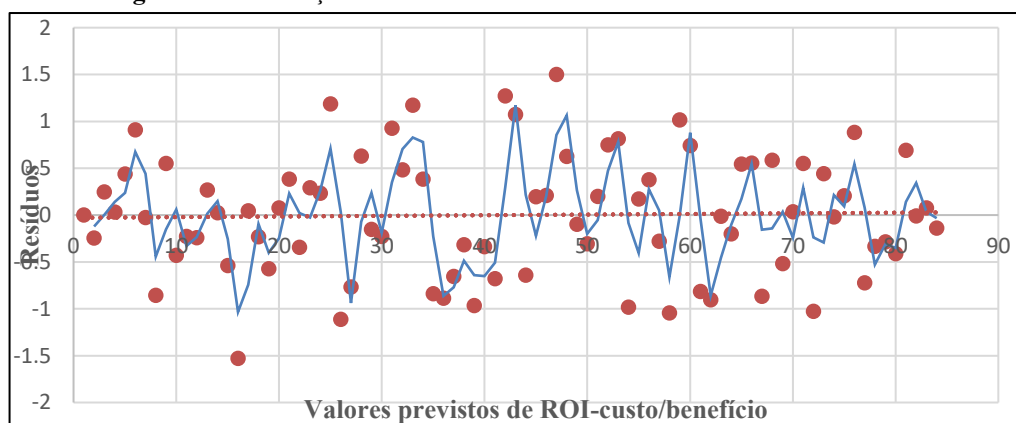
Tabela 4. *Valores previstos pela equação 8 ao ROI-Custo Benefício com seus resíduos.*

Observação	Previsto ROI-Custo Benefício	Resíduos	Resíduos padrão
1	3,24	-0,24	-0,38
2	2,75	0,25	0,38
3	1,97	0,03	0,05
4	2,56	0,44	0,68
5	2,09	0,91	1,41
6	4,03	-0,03	-0,04
7	1,86	-0,86	-1,33
8	3,45	0,55	0,85
9	2,43	-0,43	-0,66
10	3,23	-0,23	-0,35
11	1,24	-0,24	-0,37
12	3,73	0,27	0,42
13	2,97	0,03	0,04
14	2,54	-0,54	-0,83
15	2,53	-1,53	-2,37
16	1,96	0,04	0,07
17	1,23	-0,23	-0,36
18	2,57	-0,57	-0,89
19	1,92	0,08	0,12
20	2,61	0,39	0,60
21	2,34	-0,34	-0,53
22	2,71	0,29	0,45
23	1,77	0,23	0,36
24	2,82	1,18	1,83
25	4,11	-1,11	-1,72
26	1,77	-0,77	-1,19
27	2,37	0,63	0,97
28	3,15	-0,15	-0,23
29	3,23	-0,23	-0,35
30	2,07	0,93	1,43
31	2,52	0,48	0,74
32	2,83	1,17	1,82
33	2,61	0,39	0,60
34	1,84	-0,84	-1,30
35	2,89	-0,89	-1,37
36	3,65	-0,65	-1,01
37	3,32	-0,32	-0,49
38	2,96	-0,96	-1,49
39	3,34	-0,34	-0,52
40	3,68	-0,68	-1,05
41	1,73	1,27	1,97

42	1,93	1,07	1,66
43	1,64	-0,64	-0,99
44	1,80	0,20	0,31
45	2,79	0,21	0,33
46	2,50	1,50	2,32
47	3,37	0,63	0,97
48	2,10	-0,10	-0,15
49	1,31	-0,31	-0,48
50	2,80	0,20	0,31
51	2,25	0,75	1,16
52	3,19	0,81	1,26
53	2,98	-0,98	-1,52
54	2,83	0,17	0,27
55	2,62	0,38	0,58
56	3,28	-0,28	-0,43
57	3,04	-1,04	-1,61
58	2,98	1,02	1,57
59	3,26	0,74	1,15
60	2,81	-0,81	-1,26
61	1,90	-0,90	-1,40
62	3,01	-0,01	-0,02
63	2,20	-0,20	-0,31
64	2,46	0,54	0,84
65	3,45	0,55	0,86
66	1,87	-0,87	-1,34
67	2,41	0,59	0,91
68	2,52	-0,52	-0,80
69	2,96	0,04	0,06
70	3,45	0,55	0,85
71	3,03	-1,03	-1,59
72	2,56	0,44	0,68
73	2,02	-0,02	-0,03
74	3,80	0,20	0,32
75	2,12	0,88	1,36
76	1,72	-0,72	-1,12
77	2,33	-0,33	-0,52
78	1,29	-0,29	-0,44
79	2,41	-0,41	-0,64
80	2,31	0,69	1,07
81	3,01	-0,01	-0,01
82	3,92	0,08	0,12
83	3,14	-0,14	-0,22

O ROI-custo/benefício mede a mudança no valor médio associado a variações unitárias de Estoque Tempo Real, Visibilidade SCM, Agilidade SCM e Lead Times, Orientação a Serviço, Decisão com base em dados, Ciclo de Vida PLM, Manutenção Preditiva, Canal de MKT, Negócio apoio TI, Prontidão Tecnológica, Tecnologias Informação e Comunicação, Trabalho em equipe Multidisciplinar, Prontidão Mudança e Desafios e Gestão de Projetos correspondentes, mantendo as outras variáveis constantes. Os resíduos da tabela 4, calcula a diferença entre o valor real da base de dados com valor previsto do modelo de regressão (equação 8), ou seja, destaca o desvio calculado pelo modelo em relação ao valor original da base de dados. A saída residual dos valores das variáveis independentes para cada ponto dos dados é apresentada na figura 1.

Figura 1. Distribuição dos resíduos calculados com o ROI-custo/benefício.



IV. Discussion

Os resultados obtidos neste estudo destacam a relevância das dimensões Cadeia de Suprimentos, Modelo de Negócio e Pessoas e Cultura na explicação do ROI-custo/benefício na dimensão Estratégia e Organização. Com um R-quadrado de 52%, o modelo demonstra uma capacidade moderada de explicar a variação no ROI-custo/benefício, indicando que essas dimensões têm impacto significativo, mas não são os únicos determinantes. Essa variação sugere que outras variáveis externas podem influenciar os resultados, demandando investigações futuras para ampliar o alcance do modelo.

A dimensão Cadeia de Suprimentos foi a mais significativa, com destaque para a variável Lead Times (valor- $p < 0,05$). Essa variável reflete a eficiência operacional em processos críticos como o tempo de atravessamento e a redução de estoques, corroborando os princípios do Just in Time (JIT), que busca eliminar desperdícios e aumentar a agilidade. No entanto, outras variáveis dessa dimensão, como Estoque em Tempo Real e Visibilidade SCM, não demonstraram impacto significativo, o que pode indicar limitações na aplicação prática dessas estratégias ou dificuldades no monitoramento e controle dessas variáveis na empresa estudada.

Por outro lado, a dimensão Modelo de Negócio apresentou baixa contribuição para o ROI-custo/benefício, com todas as variáveis excedendo o nível de significância de 0,05. Esse resultado pode refletir uma inércia organizacional em explorar práticas de inovação, como a integração de dados para decisões mais estratégicas ou o uso eficiente de canais de marketing e tecnologias de apoio. Conforme observado por Tigre (2019), essa lacuna na gestão estratégica aponta para a necessidade de capacitar os profissionais para integrar e otimizar o uso de recursos humanos e tecnológicos, promovendo a inovação e adaptabilidade no mercado.

A dimensão Pessoas e Cultura revelou um resultado ambivalente, com destaque para Trabalho em Equipe Multidisciplinar, que apresentou impacto significativo (valor- $p = 0,05$). Essa variável reflete a capacidade de interação interdepartamental e projetos colaborativos, alinhando-se à necessidade de foco em valor agregado e sinergia organizacional. Contudo, outras variáveis, como Prontidão Tecnológica e Gestão de Projetos, não mostraram significância, o que pode indicar desafios na implementação de práticas culturais que suportem a transformação digital e a modernização organizacional.

Esses achados reforçam a importância de um diagnóstico detalhado para identificar os pontos fortes e as lacunas nas estratégias organizacionais. Eles também sugerem que, embora as dimensões avaliadas contribuam positivamente para o ROI-custo/benefício, o impacto isolado de algumas variáveis é limitado, sinalizando a necessidade de ações coordenadas e integradas. A análise de resíduos validou a adequação do modelo, mas os desvios encontrados indicam que o modelo poderia ser aprimorado com a inclusão de variáveis externas, como fatores econômicos e competitivos, ou ajustes metodológicos que considerem interações entre variáveis.

Por fim, os resultados também refletem os desafios enfrentados por empresas no Polo Industrial de Manaus em adotar práticas alinhadas ao JIT e à Indústria 4.0. A integração de cadeias de suprimentos, a

implementação de tecnologias emergentes e a adaptação cultural são aspectos que demandam investimentos contínuos para maximizar o retorno sobre o investimento estratégico e organizacional.

V. Conclusion

Embora a empresa estudada não utilize os princípios do Just in Time (JIT), foi possível identificar como esses princípios podem ser aplicados para fomentar o ROI-custo/benefício com base nos dados estatísticos apresentados. O JIT compartilha bases semelhantes ao ROI-custo/benefício, especialmente no que se refere à eficiência e à eliminação de desperdícios. Ambos visam otimizar recursos para maximizar resultados. No contexto analisado, o JIT pode ser uma ferramenta para reduzir desperdícios, melhorar a eficiência e fomentar a melhoria contínua, o que está alinhado aos objetivos da empresa avaliada.

Uma das principais semelhanças entre o ROI-custo/benefício e o JIT é o foco na eficiência operacional. Ambos os conceitos buscam otimizar recursos e processos para maximizar os resultados. No caso do ROI, essa eficiência é medida em termos de retorno financeiro gerado em relação ao investimento realizado. Por outro lado, o JIT promove a eficiência eliminando desperdícios e garantindo que cada recurso seja utilizado no momento certo e na quantidade exata. Essa semelhança se reflete diretamente na análise das variáveis Lead Times, Estoque em Tempo Real e Visibilidade SCM, que são fundamentais tanto para avaliar o retorno financeiro quanto para implementar melhorias na gestão de operações.

Outra importante conexão entre o ROI-custo/benefício e o JIT é a eliminação de desperdícios. O JIT se concentra em evitar estoques excessivos, reduzir tempos de espera e eliminar a superprodução. Essas ações têm um impacto direto no ROI, uma vez que diminuem os custos operacionais e aumentam a eficiência dos recursos investidos. No estudo, práticas como Manutenção Preditiva e Trabalho em Equipe Multidisciplinar foram identificadas como áreas em que os princípios do JIT podem ser aplicados para otimizar o desempenho organizacional e, consequentemente, melhorar o custo-benefício das operações. Um caso real que exemplifica a eficácia do JIT é o de uma empresa fabricante de motocicletas no Polo Industrial de Manaus. Essa organização integrou sua cadeia de suprimentos local com a produção, permitindo a entrega precisa de insumos e reduzindo estoques excessivos, resultando em eficiência operacional significativa.

A sincronização e o alinhamento de processos também emergem como semelhanças cruciais entre o ROI-custo/benefício e o JIT. O JIT promove a sincronização entre produção e demanda, garantindo que os recursos sejam utilizados de forma ótima e sem interrupções. No ROI, essa sincronização é traduzida em um uso mais eficiente do capital investido, gerando retornos positivos. A integração de canais de marketing e TI, por exemplo, pode alinhar as operações às demandas do mercado, permitindo uma resposta rápida e eficiente, como preconiza o JIT.

Por fim, a melhoria contínua é um princípio intrínseco tanto ao ROI quanto ao JIT. O Kaizen, que é uma das bases do JIT, incentiva a revisão constante de processos para eliminar ineficiências e melhorar os resultados. Um exemplo concreto de aplicação do JIT é encontrado na empresa de motocicletas do Polo Industrial de Manaus, onde a sincronização do planejamento de produção com a entrega de insumos locais é evidente. De acordo com Santos e Souza Júnior (2022), a organização inicia seu planejamento na Engenharia do Processo, que analisa a demanda de mercado e define planos de produção específicos, assegurando que a cadeia de suprimentos atenda às necessidades produtivas sem interrupções ou atrasos (SANTOS; SOUZA JÚNIOR, 2022, p. 13). No caso do ROI-custo/benefício, a implementação de melhorias iterativas nas práticas organizacionais contribui para aumentar o retorno financeiro. Práticas como Decisões Baseadas em Dados e Gestão de Projetos, mencionadas no estudo, podem ser diretamente impactadas pela adoção de princípios JIT, criando uma relação simbiótica entre as duas abordagens.

Em síntese, o ROI-custo/benefício e o JIT compartilham a meta de otimizar processos e recursos para maximizar resultados. A aplicação dos princípios do JIT nas dimensões analisadas não apenas fortalece as práticas organizacionais existentes, mas também fomenta um ambiente de melhoria contínua, com potencial de gerar retornos financeiros mais elevados e garantir a competitividade da empresa no mercado.

References

- [1]. CAZANE, A. L.; VALENTIM, M. L. P. *Contribuição da cultura organizacional para a gestão do conhecimento no contexto da gestão da cadeia de suprimentos*. Informação & Informação, Londrina, v. 26, n. 4, p. 369-392, out./dez. 2021.
- [2]. CHRISTOPHER, Martin. *Logistics & Supply Chain Management*: 5. ed. Harlow: Pearson Education, 2016.
- [3]. KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. *The Balanced Scorecard: translating strategy into action*. Boston: Harvard Business School Press, 1996.
- [4]. KAWAMOTO Jr, L. T. *Impactos causados pela utilização do Just in Time em uma cadeia de suprimentos*. Revista Fatec Zona Sul, v. 5, n. 1, out. 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6797326.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2025.
- [5]. LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. *Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital*. Tradução de Rodrigo Dubal da VEIGA. 17. ed. São Paulo: Pearson, 2023.
- [6]. MINEIRO, Márcia et al. Pesquisa qualitativa e quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. *Revista Momento – diálogos em educação*, v. 31, n. 03, p. 201-218, set./dez. 2022. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/momento/article/view/14538>. Acesso em: 14 dez. 2024.
- [7]. OHNO, Taiichi. *Toyota Production System: beyond large-scale production*. Portland: Productivity Press, 1988.

- [8]. SANTOS, Gabriela Vaz dos; SOUZA JÚNIOR, Armando Araújo de. Just in Time: Estudo de Caso em uma Empresa do Polo Industrial de Manaus. In: CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO, SOCIEDADE E INOVAÇÃO, 14., 2022, Volta Redonda. Anais [...].
- [9]. SANTOS, J. M. dos; OLIVEIRA, R. L. R.; SILVA, T. C. *Filosofia just in time e construção civil: verificação de práticas. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 10, n. 17, e328101725463, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/24463/21291>. Acesso em: 6 jan. 2025.
- [10]. SHARDA, Ramesh; DELEN, Dursun; TURBAN, Efraim. *Business intelligence e análise de dados para a gestão de negócio: uma abordagem gerencial*. Tradução de Ronald Saraiva de Menezes. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- [11]. SPIEGEL, M. R. *Probabilidade e Estatística*. Traduzido por Alfredo Alves Farias. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. (Coleção Schaum).
- [12]. TIGRE, Paulo Bastos. *Gestão da Inovação: uma abordagem estratégica, organizacional e de gestão de conhecimento*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- [13]. Volta Redonda: Universidade Federal Fluminense, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/14casi/472253-just-in-time--estudo-de-caso-em-uma-empresa-do-polo-industrial-de-manaus/>. Acesso em: 5 de dezembro de 2024
- [14]. WALPOLE, R. E. *Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências*. Trad. Luciane F. Pauleti Vianna. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.