

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS - *CAMPUS* BETIM
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Lucas de Carvalho Vargas

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (DSS) APLICADO À INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA: um estudo aplicado ao desenvolvimento de ferramentas
para estratégia industrial**

Betim
2026

LUCAS DE CARVALHO VARGAS

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (DSS) APLICADO À INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA: um estudo aplicado ao desenvolvimento de ferramentas
para estratégia industrial**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *Campus* Betim, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Me. Maurício Monteiro da Silva

Betim
2026

FICHA CATALOGRÁFICA

V297s Vargas, Lucas de Carvalho

Sistema de apoio à decisão aplicado à indústria automotiva: um estudo aplicado ao desenvolvimento de ferramentas para estratégia industrial / Lucas de Carvalho Vargas. – 2026.

58 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim, 2026.

Orientação: Prof. Me. Maurício Monteiro

1. Orçamentação industrial. 2. Estimativa de investimentos. 3. Indústria automotiva. 4. Sistemas de apoio à decisão . 5. Engenharia de Controle e Automação. I. Vargas, Lucas de Carvalho. II. Título.

CDU: 005.21



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Betim
Diretoria de Ensino
Docentes Automação Industrial e Tecnologia da Informação
Rua Itamarati - CEP 32677-564 - Betim - MG
3135976360 - www.ifmg.edu.br

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao 25 dia do mês de Maio do ano de 2026, às 19:00 horas, foi realizado de maneira presencial a apresentação pública no IFMG *Campus* Betim, durante 30 minutos do Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação, pelo discente **Lucas de Carvalho Vargas**, intitulado **SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (DSS) APLICADO À INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: um estudo aplicado ao desenvolvimento de ferramentas para estratégia industrial**, tendo como orientador o Prof. Me. Mauricio Monteiro da Silva.

A Banca Examinadora que foi composta pelos seguintes membros:

- Prof. Me. Mauricio Monteiro da Silva - IFMG *Campus* Betim - Orientador
- Prof. Me. Virgil del Duca Almeida - IFMG *Campus* Betim
- Prof. Dr. Moisés Henrique Ramos Pereira - IFMG *Campus* Ribeirão das Neves

Sendo o discente **APROVADO**, com **95** (noventa e cinco) pontos.

Este resultado reflete o cumprimento parcial dos critérios de avaliação estabelecidos pelo curso e reconhece os esforços e a dedicação do discente e seu orientador no desenvolvimento do seu TCC. O lançamento da nota e o consequente encerramento do respectivo processo está condicionado ao cumprimento dos procedimentos pós-defesa conforme previstos nos regulamentos vigentes. Tais procedimentos pós-defesa devem ser finalizados dentro do prazo limite de 15 dias, a contar da data desta ata. O descumprimento destes procedimentos até a data estipulada implicará em atribuição de nota 0 (zero) e consequente reprovação.

A sessão foi encerrada às 20:00 horas. Para constar, eu, Prof. Me. Mauricio Monteiro da Silva, redigi a presente ata, foi aprovada e assinada pelos membros da banca examinadora.

Betim, 27 de maio de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Mauricio Monteiro da Silva, Professor**, em 27/05/2026, às 15:27, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Moises Henrique Ramos Pereira, Professor**, em 27/05/2026, às 15:41, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Virgil Del Duca Almeida, Professor**, em 28/05/2026, às 11:37, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2748235** e o código CRC **D551528A**.

“A simplicidade é o último grau de sofisticação.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais no contexto da indústria automotiva. O objetivo principal é reduzir a dependência de estimativas empíricas por meio da utilização de dados técnicos e históricos estruturados, aumentando a confiabilidade, a rastreabilidade e a padronização do processo de tomada de decisão. A metodologia envolveu o levantamento do processo atual de orçamentação, a estruturação de uma base de dados técnica e histórica, o desenvolvimento de um protótipo para validação da lógica de cálculo e a implementação do sistema em ambiente web. O sistema foi projetado para associar modificações técnicas em produtos e processos produtivos aos investimentos necessários para sua implementação. A validação foi realizada por meio da aplicação do sistema em cenários industriais representativos e da comparação de seus resultados com o método tradicional utilizado na organização. Os resultados indicam redução superior a 95% no tempo de execução das estimativas, além de melhora significativa na rastreabilidade e transparência das informações. Observou-se a existência de variações nos valores estimados em relação ao método tradicional, associadas principalmente à utilização de dados mais recentes e valorizações técnicas atualizadas no sistema, em contraste com referências globais defasadas. Conclui-se que a utilização de dados estruturados combinada ao uso de sistemas computacionais representa uma abordagem eficaz para apoiar a tomada de decisão em ambientes industriais complexos, contribuindo para a melhoria da qualidade das estimativas de investimento e maior aderência dos valores às condições reais do processo produtivo.

Palavras-chave: Orçamentação industrial; Estimativa de investimentos; Indústria automotiva; Sistemas de apoio à decisão; Modelagem de dados.

ABSTRACT

This work presents the development of a decision support system for industrial investment estimation in the automotive industry context. The main objective is to reduce the dependence on empirical estimates through the use of structured technical and historical data, increasing the reliability, traceability, and standardization of the decision-making process. The methodology involved analyzing the current estimation process, structuring a technical and historical database, developing a prototype to validate the calculation logic, and implementing the system in a web-based environment. The system was designed to associate technical modifications in products and manufacturing processes with the required investments for their implementation. The validation was carried out through the application of the system in representative industrial scenarios and by comparing its results with the traditional method used in the organization. The results indicate a reduction of over 95% in the execution time of the estimates, as well as a significant improvement in the traceability and transparency of the information. Variations were observed between the estimated values and those obtained through the traditional method, mainly associated with the use of more recent data and updated technical valuations in the system, in contrast to outdated global references. It is concluded that the use of structured data combined with computational systems represents an effective approach to support decision-making in complex industrial environments, contributing to improved investment estimate quality and greater alignment with real production conditions.

Keywords: Industrial budgeting; Investment estimation; Automotive industry; Decision support systems; Data modeling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura de Clusters	31
Figura 2 – Diagrama entidade-relacionamento do sistema	33
Figura 3 – Arquitetura do sistema	34
Figura 4 – Protótipo inicial do sistema	35
Figura 5 – Interface de resultados da estimativa de investimento	39
Figura 6 – Interface de login	54
Figura 7 – Interface inicial do sistema (Dashboard)	54
Figura 8 – Interface de criação e seleção de projetos	55
Figura 9 – Interface de configuração do escopo técnico do projeto	55
Figura 10 – Interface de gerenciamento de modelos de veículos	56
Figura 11 – Interface de visualização dos dados históricos de investimento	56
Figura 12 – Interface administrativa do sistema para gerenciamento de dados	57
Figura 13 – Interface de gerenciamento de usuários do sistema	57
Figura 14 – Interface de gerenciamento de cargos dos usuários	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização dos cenários de validação	42
Tabela 2 – Comparação entre método tradicional e sistema	44

LISTA DE ALGORITMOS

1	Cálculo do Framing de Projeto com Ponderação e Regressão	38
2	Preparação dos Dados Ponderados	38
3	Previsão do Custo Unitário Futuro	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOM	Bill of Materials
CAPEX	Capital Expenditure
DER	Diagrama Entidade-Relacionamento
DSS	Decision Support System
MBRL	Milhões de Reais Brasileiros
MTV	Model-Template-View
MVC	Model-View-Controller
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PTF	Platform
SQL	Structured Query Language
SQLite	Sistema Gerenciador de Banco de Dados relacional embarcado
TH	Top Hat
UI	User Interface
UX	User Experience
WEB	World Wide Web

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	15
1.2	Pergunta de pesquisa	15
1.3	Hipótese	15
1.4	Objetivos	15
1.4.1	<i>Objetivo geral</i>	<i>15</i>
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	<i>16</i>
1.5	Organização do Trabalho	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Sistemas de Apoio à Decisão	17
2.2	Estimativa de Investimentos (CAPEX)	17
2.3	Modelagem e Uso de Banco de Dados	18
2.4	Integração entre DSS, Dados e Engenharia Industrial	19
2.5	Arquitetura de Sistemas Web	20
2.6	Engenharia de Software e Desenvolvimento de Sistemas Web	21
2.7	Trabalhos Correlatos	23
2.8	Síntese e Lacuna de Pesquisa	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Classificação da pesquisa	26
3.2	Etapas do desenvolvimento metodológico	26
3.2.1	<i>Levantamento e análise do processo atual</i>	<i>26</i>
3.2.2	<i>Definição do escopo e recorte do estudo</i>	<i>27</i>
3.2.3	<i>Modelagem dos dados</i>	<i>27</i>
3.2.4	<i>Desenvolvimento e validação do protótipo</i>	<i>27</i>
3.2.5	<i>Implementação do sistema</i>	<i>27</i>
3.3	Abordagem metodológica da solução	27
3.4	Método de validação	28
3.5	Métricas de avaliação	28
3.6	Considerações sobre os dados utilizados	28

3.7	Limitações metodológicas	29
4	DESENVOLVIMENTO	30
4.1	Visão Geral do Sistema	30
4.2	Modelagem dos Dados	31
4.3	Arquitetura do sistema	33
4.4	Desenvolvimento do protótipo	35
4.5	Implementação do sistema	36
4.5.1	<i>Controle de acesso de usuários</i>	36
4.5.2	<i>Fluxo de criação e seleção de projetos</i>	36
4.5.3	<i>Configuração do escopo técnico</i>	36
4.5.4	<i>Processamento e cálculo das estimativas</i>	37
4.5.5	<i>Apresentação dos resultados</i>	39
4.5.6	<i>Interface e usabilidade</i>	39
4.6	Considerações do desenvolvimento	40
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1	Aplicação do sistema	41
5.2	Métricas de avaliação	42
5.3	Resultados obtidos	43
5.4	Avaliação qualitativa com usuários	45
5.5	Discussão dos resultados	45
5.6	Limitações e ameaças à validade	46
5.7	Considerações finais do capítulo	47
6	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	48
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE A – REPOSITÓRIO DO SISTEMA	53
	APÊNDICE B – INTERFACES DO SISTEMA	54

1 INTRODUÇÃO

A indústria automotiva não é somente um eixo da economia global; ela alcança um dos ecossistemas produtivos mais complexos e estratégicos da atual economia contemporânea. Dentro de uma fábrica, o que se observa, majoritariamente, é uma integração viva e constante entre engenharia, manufatura, logística e tecnologia, áreas que se sustentam por uma gestão financeira rigorosa. Esse cenário exige que as decisões não sejam apenas rápidas, mas pautadas em dados concretos e seguros.

Nas últimas décadas, a pressão da competitividade, tanto em solo nacional quanto no mercado exterior, transformou a busca pela otimização de processos em uma necessidade vital, especialmente quando falamos em planejar novos investimentos e tirar projetos do papel. Como bem observaram (WOMACK; JONES; ROOS, 1990) *apud* (NOGUEIRA *et al.*, 2023), a trajetória do setor automotivo é marcada pela busca incansável por eficiência, pelo combate ao desperdício e pelo ganho de produtividade. Nesse contexto, gerir os recursos industriais de forma estratégica deixou de ser um diferencial para se tornar o alicerce da sustentabilidade de qualquer organização.

Nesse contexto, a tomada de decisão relacionada a investimentos industriais passou a assumir papel central dentro das empresas automotivas. Projetos envolvendo alterações em produtos, implementação de novas tecnologias ou modificações em linhas produtivas demandam análises complexas que envolvem custos elevados e múltiplas variáveis técnicas. Conforme destaca (HUMPHREYS, 2005) *apud* (MARTINS *et al.*, 2024), a estimativa de investimentos é uma etapa crítica no planejamento industrial, pois influencia diretamente a viabilidade econômica dos projetos e a definição das estratégias corporativas. Além disso, (PARK, 2011) afirma que a precisão das estimativas financeiras impacta significativamente a qualidade das decisões gerenciais, especialmente em ambientes industriais caracterizados por altos níveis de incerteza e competitividade.

Apesar dos avanços observados na automação industrial e na digitalização dos processos produtivos, muitas organizações ainda realizam suas estimativas de investimento com base em métodos empíricos, conhecimento tácito de especialistas ou referências históricas pouco estruturadas. Essa realidade dificulta a padronização das análises e compromete a rastreabilidade das informações utilizadas no processo decisório. (NORDIN; WIKNER; JOHANSSON, 2016) ressaltam que a dependência excessiva de julgamentos individuais pode gerar inconsistências nas estimativas, além de aumentar os riscos relacionados à alocação inadequada de recursos industriais. Em muitos casos, decisões estratégicas são tomadas sem que exista clareza sobre os critérios técnicos e financeiros que fundamentam os valores estimados, o que pode ocasionar retrabalhos, divergências internas e perdas operacionais.

Na indústria automotiva, essa problemática torna-se ainda mais evidente devido à elevada complexidade estrutural dos veículos e dos processos de fabricação. Pequenas modificações em componentes podem impactar diretamente diferentes áreas produtivas, exigindo adaptações em ferramentas, dispositivos, processos de montagem e equipamentos industriais. Entretanto, sem

uma base estruturada de dados, torna-se difícil prever de forma precisa os impactos financeiros decorrentes dessas alterações. Essa limitação compromete a agilidade das análises e reduz a confiabilidade das decisões relacionadas ao planejamento de investimentos industriais.

Diante desse cenário, cresce a importância da utilização de Sistemas de Apoio à Decisão (Decision Support Systems – DSS) como ferramentas capazes de auxiliar gestores e engenheiros em processos decisórios complexos. Segundo (TURBAN; SHARDA; DELEN, 2014), os DSS são sistemas computacionais desenvolvidos para integrar dados, modelos analíticos e regras de negócio, permitindo apoiar decisões de forma mais estruturada, transparente e orientada por informações confiáveis. Diferentemente dos sistemas tradicionais voltados apenas ao armazenamento de dados, os DSS possuem capacidade analítica, contribuindo para a interpretação das informações e para a redução da subjetividade nas análises.

Além disso, a integração entre bancos de dados estruturados e sistemas computacionais possibilita a construção de modelos mais consistentes para estimativa de investimentos industriais. Conforme (ELMASRI; NAVATHE, 2016), a modelagem adequada dos dados permite organizar informações técnicas e financeiras de maneira lógica e integrada, favorecendo a rastreabilidade, a integridade e a reutilização das informações em novos projetos. Em ambientes industriais complexos, essa capacidade de recuperação estruturada de dados históricos representa um diferencial importante para o aumento da confiabilidade das estimativas e para a padronização dos processos decisórios.

Outro aspecto relevante refere-se à evolução das arquiteturas de software e das aplicações web voltadas ao ambiente corporativo. O desenvolvimento de sistemas modulares e escaláveis tem permitido maior integração entre diferentes áreas organizacionais, ampliando a capacidade de compartilhamento de informações e suporte à tomada de decisão. Segundo (SOMMERVILLE, 2019), a aplicação de princípios de engenharia de software contribui para a construção de sistemas mais robustos, seguros e adaptáveis às constantes mudanças de requisitos presentes nos ambientes industriais. Nesse sentido, o uso de frameworks modernos e bancos de dados relacionais favorece a implementação de soluções computacionais capazes de integrar dados técnicos, históricos e financeiros em uma única plataforma de análise.

Com base nessa delimitação, esta pesquisa propõe o desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão aplicado ao processo de orçamentação de investimentos industriais na indústria automotiva. A proposta busca estruturar dados técnicos e históricos relacionados a ferramentas, componentes e processos produtivos, permitindo automatizar parte das análises de investimento e reduzir a dependência de estimativas empíricas. A solução desenvolvida associa impactos técnicos em produtos e processos produtivos aos respectivos custos históricos, possibilitando a geração de estimativas mais rápidas, padronizadas e rastreáveis.

Para viabilizar a aplicação prática da proposta, o estudo obedeceu a recorte do processo de estampa, em função da disponibilidade de uma base de dados estruturada contendo informações históricas de investimentos industriais. A partir dessa delimitação, tornou-se possível

modelar os dados, desenvolver regras de cálculo e implementar uma aplicação web capaz de apoiar a tomada de decisão em cenários reais da indústria automotiva. Dessa forma, o presente trabalho busca contribuir não apenas para a melhoria da eficiência operacional no processo de orçamentação industrial, mas também para o avanço da integração entre engenharia, dados e sistemas computacionais aplicados à estratégia industrial.

1.1 Justificativa

O presente estudo traz relevância acadêmica e prática. Do ponto de vista técnico, articula conceitos de engenharia de controle e automação com desenvolvimento de sistemas e análise de dados, aplicando-os a um problema real do contexto industrial.

Sob a ótica organizacional, a proposta agrega valor ao processo decisório ao oferecer um sistema mais transparente, confiável e eficiente para estimativa de investimentos. O uso de dados históricos estruturados e valorizações técnicas reduz incertezas, retrabalhos e aumenta a confiabilidade das decisões de alocação de recursos.

O desenvolvimento ocorreu em duas etapas complementares: inicialmente, um protótipo em planilhas eletrônicas para validação da lógica de cálculo e da estrutura de dados; em seguida, a implementação em ambiente web com o framework Django, visando maior integração, escalabilidade e manutenção.

1.2 Pergunta de pesquisa

Como desenvolver um sistema que utilize dados técnicos e históricos para automatizar e tornar mais confiável o processo de orçamentação de investimentos na indústria automotiva?

1.3 Hipótese

Parte-se da hipótese de que a criação de um sistema de apoio à decisão, alimentado por bancos de dados técnicos e históricos, pode aumentar a confiabilidade, a transparência e a rastreabilidade das estimativas de investimento, reduzindo a subjetividade e o retrabalho no processo de orçamentação de novos projetos industriais.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo geral*

Desenvolver e validar um sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais, baseado em dados técnicos e históricos, capaz de reduzir o tempo de execução das estimativas, aumentar a rastreabilidade das informações e garantir consistência nos resultados gerados.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Mapear o processo atual de orçamentação de investimentos industriais, identificando suas etapas, entradas, saídas e limitações operacionais;
- Estruturar uma base de dados relacional contendo informações técnicas e históricas de investimentos, garantindo consistência e organização dos dados utilizados;
- Desenvolver um protótipo funcional para validação inicial da lógica de associação entre impactos técnicos e estimativas de investimento;
- Implementar o sistema em ambiente web, integrando banco de dados, lógica de cálculo e interface de usuário;
- Reduzir significativamente o tempo necessário para geração de estimativas de investimento, em comparação ao método tradicional;
- Assegurar rastreabilidade completa dos valores estimados, permitindo a identificação dos elementos que compõem o custo;
- Avaliar a usabilidade e a aplicabilidade do sistema por meio da interação com usuários do contexto industrial.

1.5 **Organização do Trabalho**

Este trabalho está estruturado em seis capítulos.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando conceitos relacionados a sistemas de apoio à decisão, estimativa de investimentos industriais, modelagem de dados e engenharia de software, além da análise de trabalhos correlatos e da identificação da lacuna de pesquisa.

O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada, detalhando a classificação da pesquisa, as etapas de desenvolvimento da solução, a modelagem dos dados, o processo de validação e as métricas utilizadas para avaliação do sistema.

O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento do sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais, incluindo a modelagem da base de dados, a implementação da lógica de cálculo e a construção da aplicação web.

O Capítulo 5 apresenta e analisa os resultados obtidos a partir da validação do sistema, com base em cenários de aplicação e métricas quantitativas, como tempo de execução, variação percentual e rastreabilidade das informações.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho, destacando as principais contribuições, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistemas de Apoio à Decisão

Os Sistemas de Apoio à Decisão, Decision Support Systems (DSS) referem-se a ferramentas computacionais. Estes, por sua vez, respondem pelo desenvolvimento se dá a auxiliar gestores e engenheiros no processo decisório, principalmente em ambientes de maior complexidade, susceptíveis por incerteza, amplo volume de dados e múltiplas variáveis envolvidas (BACALHAU, 2022).

De modo distinto dos sistemas transacionais, que se dedicam ao registro de operações rotineiras, os DSS concentram-se na análise e interpretação de dados, integrando informações, modelos analíticos e conhecimento especializado para apoiar decisões estratégicas (PEREIRA, 2024).

De acordo com (SANTIAGO *et al.*, 2023), os DSS podem ser classificados em categorias distintas, como sistemas focados em dados, orientados a modelos e orientados ao conhecimento. Sistemas que voltam-se a dados priorizam o acesso e manipulação de grandes volumes de informações, enquanto aqueles focados a modelos utilizam técnicas matemáticas e simulações. Já os sistemas que se direcionam ao conhecimento incorporam regras e heurísticas amparadas na experiência de especialistas.

No ambiente da engenharia industrial, (BACALHAU, 2022) aponta que os DSS são amplamente utilizados para apoiar decisões relacionadas ao planejamento, alocação de recursos, análise de investimentos e otimização de processos. O uso desses sistemas contribui para a redução da subjetividade, promovendo maior consistência, rastreabilidade e transparência no processo decisório.

Além disso, (PEREIRA, 2024) assinalam que os DSS possibilitam a padronização de critérios de análise, permitindo que diferentes usuários obtenham resultados consistentes a partir das mesmas entradas, elemento imprescindível em ambientes corporativos que envolvem múltiplos stakeholders.

2.2 Estimativa de Investimentos (CAPEX)

A estimativa de investimentos, amplamente consolidada pelo termo Capital Expenditure (CAPEX), compreende a imobilização de recursos financeiros destinados à aquisição de bens de capital, instalações e equipamentos. Tal processo constitui uma etapa indispensável no planejamento estratégico de projetos industriais, especialmente durante as fases conceituais e de viabilidade. Nestes estágios iniciais, a gestão enfrenta o desafio de projetar valores sob elevados níveis de incerteza e escassez de dados técnicos detalhados (MEREDITH; MANTEL, 2012).

Em cenários de baixa maturidade de projeto, é comum fundamentar as projeções em

dados históricos, indicadores de benchmarking e no julgamento técnico de especialistas. Todavia, (MARTINS, 2023) afirma que deve-se observar que tais abordagens podem apresentar limitações críticas, tais como:

- Dependência da subjetividade: a influência de percepções individuais pode enviesar o cálculo final;
- Comprometimento da rastreabilidade: a ausência de métodos formais dificulta a reconstrução lógica da origem dos valores;
- Carência de padronização: a falta de critérios uniformes impede a comparação equânime entre diferentes cenários ou unidades produtivas.

De acordo com o (Project Management Institute, 2021), a transição para métodos estruturados, suportados por modelos paramétricos e bases de dados robustas, permite elevar significativamente a precisão das previsões. Ao reduzir a variância entre o custo estimado e o custo real, busca-se mitigar os riscos financeiros inerentes ao aporte de capital e garantir a viabilidade econômica do empreendimento ao longo de seu ciclo de vida.

Nesse contexto, sistematizar as informações de CAPEX por meio de ferramentas computacionais visa conferir maior transparência e confiabilidade ao processo de cálculo. Utilizar bases de dados estruturadas possibilita reutilizar parâmetros de empreendimentos anteriores, permitindo ajustar variáveis de custo conforme a inflação, localização geográfica e escala produtiva, o que favorece a construção de modelos preditivos mais resilientes.

Adicionalmente, deve-se ressaltar que adotar abordagens baseadas em dados permite facilitar a validação e o controle das estimativas. Isso ocorre ao tornar os critérios de composição de custos explícitos e passíveis de auditoria técnica. Em ambientes corporativos complexos, tal transparência é considerada essencial para a governança, pois permite fundamentar a tomada de decisão perante múltiplos stakeholders e assegurar que a alocação de recursos esteja alinhada aos objetivos estratégicos da organização.

2.3 Modelagem e Uso de Banco de Dados

A utilização de bancos de dados estruturados configura-se como um pilar essencial para sustentar o fluxo de informações em sistemas de apoio à decisão. Mais do que meras ferramentas de armazenamento, esses sistemas permitem organizar e recuperar dados de forma inteligente, garantindo que o conhecimento necessário esteja disponível no momento exato da tomada de decisão (ELMASRI; NAVATHE, 2016). Em um cenário de transformação digital, compreender a arquitetura dos dados é fundamental para transformar o grande volume de registros operacionais em inteligência de negócio.

O processo de modelagem de dados consiste em definir, com precisão, as entidades, os atributos e os relacionamentos que darão vida ao sistema. Geralmente representada pelo Diagrama Entidade-Relacionamento (DER), essa etapa busca traduzir a complexidade da realidade industrial para uma estrutura lógica e coerente. Ao adotar essa prática, torna-se possível garantir a integridade e a confiabilidade das informações, evitando que inconsistências técnicas comprometam a qualidade das análises gerenciais (COELHO *et al.*, 2026).

De acordo com (ELMASRI; NAVATHE, 2016), investir em uma modelagem bem estruturada é o que permite facilitar a manutenção futura dos sistemas e reduzir a redundância de dados. Ao eliminar duplicidades e excessos, busca-se promover a eficiência e a escalabilidade das aplicações, assegurando que o sistema consiga evoluir e suportar o crescimento da organização sem perder agilidade ou desempenho.

Segundo (SOARES *et al.*, 2024), no cotidiano industrial, os bancos de dados funcionam como uma memória institucional viva. Eles possibilitam a construção de bases de conhecimento reutilizáveis, nas quais o aprendizado obtido em projetos passados pode ser aplicado para otimizar novos desafios. Esse aspecto demonstra-se particularmente valioso em ambientes que exigem a repetição de soluções técnicas similares, pois permite aprender com o histórico e evitar a reincidência de erros, poupando tempo e recursos preciosos.

Ademais, (BIZINELLI *et al.*, 2022) sustentam que promover a integração fluida entre bancos de dados e interfaces computacionais permite automatizar processos de consulta e análise que, antes, exigiriam esforço manual exaustivo. Ao reduzir a carga de trabalho operacional e minimizar a ocorrência de falhas humanas, essa integração visa aumentar a eficiência operacional e elevar o nível de confiança nas projeções realizadas. Assim, a modelagem de dados deixa de ser uma tarefa meramente técnica para se tornar um compromisso com a clareza, a transparência e a excelência na gestão da informação.

2.4 Integração entre DSS, Dados e Engenharia Industrial

A convergência entre Sistemas de Apoio à Decisão (SAD/DSS), como descrito por (SANTIAGO *et al.*, 2023) com bancos de dados estruturados e metodologias de estimativa de CAPEX significa uma das tratativas mais promissoras para elevar a eficiência na engenharia industrial. Superando a simples soma de ferramentas, essa integração busca criar um ecossistema onde a informação flui de maneira lógica, permitindo que a complexidade dos projetos seja gerida com maior clareza e precisão.

Segundo (SPRAGUE; CARLSON, 1982) *apud* (BACALHAU, 2022), a eficácia de um DSS é potencializada quando ele opera de forma integrada a bases de dados robustas e modelos estruturados. Essa sinergia permite consolidar, em um ambiente único e coeso, o cruzamento de dados históricos, regras de negócio complexas e critérios técnicos rigorosos. Ao centralizar essas variáveis, o sistema deixa de ser um mero repositório para se tornar uma plataforma de

inteligência que apoia o gestor na interpretação de cenários multifacetados.

No campo prático, essa integração visa promover a automação parcial do processo de estimativa de investimentos. O objetivo primordial é reduzir a excessiva dependência de análises subjetivas, muitas vezes passíveis de variações conforme a percepção individual, e estabelecer um padrão de consistência nos resultados. Ao institucionalizar os critérios de cálculo, a organização garante que o conhecimento técnico permaneça preservado e acessível, independentemente de quem opera o sistema (SANTIAGO *et al.*, 2023).

Não obstante, deve-se ressaltar que a rastreabilidade das informações é amplamente fortalecida neste modelo. (BIZINELLI *et al.*, 2022) destaca que a capacidade de identificar com exatidão a origem dos dados e os critérios aplicados em cada estimativa confere um novo patamar de transparência e confiabilidade ao processo decisório. Em auditorias técnicas ou revisões de projetos, essa clareza é fundamental para justificar escolhas e validar o direcionamento de grandes volumes de capital.

No recorte específico deste trabalho, a materialização dessa integração ocorre por meio do desenvolvimento de um sistema computacional dedicado, que utiliza uma base de dados estruturada para gerir informações técnicas e financeiras de forma unificada. Ao selecionar impactos específicos em veículos, o sistema processa automaticamente as variáveis de entrada para gerar estimativas de CAPEX fundamentadas. Pretende-se, com isso, transformar a tomada de decisão em um processo mais ágil e seguro, garantindo que o planejamento industrial seja, acima de tudo, orientado a dados e alinhado à busca pela excelência operacional.

2.5 Arquitetura de Sistemas Web

A arquitetura de software pode ser entendida como a organização imprescindível de um sistema, vista em seus componentes, nas relações entre si e com o ambiente, além dos princípios que norteiam seu design e evolução. Diferente de ser só um arranjo técnico, a arquitetura atua como a fundação que garante que o sistema seja capaz de crescer, adaptar-se e responder de forma eficiente às demandas dos usuários finais. No desenvolvimento de aplicações web, a escolha de padrões arquiteturais sólidos é imperioso para o sucesso da implementação (TURBAN; SHARDA; DELEN, 2014).

Um dos padrões mais reconhecidos no setor automotivo é o Model-View-Controller (MVC). Trata-se de um modelo propõe uma separação clara entre a lógica de negócio, a interface apresentada ao usuário e a manipulação direta dos dados. Ao isolar essas camadas, busca-se evitar que alterações em uma parte do sistema gerem impactos indesejados em outras, promovendo um ambiente de desenvolvimento mais controlado e menos propenso a erros. Segundo (FAGUNDES *et al.*, 2022), a organização modular resultante dessa separação contribui para elevar a escalabilidade e a reutilização de componentes, facilitando intervenções de manutenção sem a necessidade de reestruturar todo o sistema.

Na delimitação tomada para este trabalho, a arquitetura adotada baseia-se em uma aplicação web desenvolvida com o framework Django. O Django opera sob uma variação do padrão clássico, conhecida como MTV, que, embora terminologicamente distinta, preserva a essência da separação de responsabilidades:

- **Model:** responsável por estruturar e gerir a comunicação com a base de dados;
- **Template:** focado na interface e na experiência visual do usuário final;
- **View:** encarregada de processar a lógica de cálculo e atuar como ponte entre os dados e a interface.

Esta abordagem permite que a complexa lógica de cálculo de CAPEX seja processada de forma independente da interface gráfica. Tal separação facilita a integração fluida entre os bancos de dados e os algoritmos de engenharia, permitindo que a ferramenta seja atualizada ou expandida com novas funcionalidades sem comprometer a estabilidade do que já está em operação (FAGUNDES *et al.*, 2022).

Dessa forma, definir uma arquitetura adequada deixa de ser uma mera etapa de programação para se tornar um compromisso com a eficiência operacional. Ao priorizar uma estrutura modular e organizada, contribui-se diretamente para que o sistema proposto seja não apenas uma solução imediata, mas uma plataforma capaz de evoluir e oferecer suporte contínuo ao processo decisório industrial (OLIVEIRA, 2025).

2.6 Engenharia de Software e Desenvolvimento de Sistemas Web

O desenvolvimento de sistemas computacionais com foco no apoio à decisão requer a aplicação rigorosa de princípios de engenharia de software que garantam não só a funcionalidade imediata, mas também a qualidade, a manutenibilidade e a escalabilidade da solução. Como elucidam (SOMMERVILLE, 2019) e (VALENTE, 2022), a engenharia de software envolve um rol de práticas sistemáticas voltadas ao desenvolvimento, operação e evolução de sistemas confiáveis. O foco está na organização metódica do código, na reutilização de componentes e na capacidade de adaptação contínua diante das mudanças nos requisitos de negócio.

No escopo de aplicações web, definir uma arquitetura adequada é fundamental para garantir a separação de responsabilidades. Padrões como o MVC são largamente utilizados por promoverem uma organização que facilita a evolução da aplicação ao longo do tempo. No framework Django, essa filosofia é implementada por meio do padrão MTV. Na referida estrutura, os modelos desenham a estrutura de dados, as views concentram a lógica da aplicação e os templates gerenciam a interface com o usuário. Seguir tal padrão contribui diretamente para a modularidade, possibilitando que alterações em uma camada, como uma atualização visual, ocorram com impacto reduzido na lógica de cálculo ou na estrutura do banco de dados.

Esta modularidade é vital em sistemas de apoio à decisão, onde as regras de negócio e as fontes de dados evoluem constantemente. Segundo (VALENTE, 2022), sistemas modernos devem ser projetados sob os pilares do baixo acoplamento e da alta coesão. Em ambientes industriais, nos quais os requisitos mudam rapidamente, essa arquitetura permite realizar adaptações seguras sem comprometer a estabilidade do sistema. A separação entre a lógica de negócio e a interface permite que o "core" da aplicação, as regras de cálculo e inteligência, permaneça isolado de mudanças cosméticas, garantindo a integridade dos resultados finais (VALENTE, 2022).

A modelagem de dados também desempenha um papel de sustentação para a robustez do software. Utilizar bancos de dados relacionais permite organizar informações em entidades bem definidas, facilitando a integridade referencial. A prática da normalização é empregada para mitigar redundâncias, enquanto chaves primárias e estrangeiras asseguram a consistência entre as tabelas. No sistema proposto, a base de dados foi desenhada para refletir os elementos técnicos e financeiros da orçamentação industrial, associando impactos técnicos a custos históricos de forma precisa. Tal estrutura é o que permite a rastreabilidade: cada valor gerado pode ter sua origem identificada, conferindo transparência ao processo de estimativa (SHIMIZU *et al.*, 2024).

Quanto à persistência de dados, optou-se pelo sistema SQLite na fase de desenvolvimento e validação, devido à sua simplicidade de configuração e integração nativa com o Django. Entretanto, deve-se considerar que a transição para ambientes produtivos demanda sistemas de alta performance, como o PostgreSQL. Este último oferece suporte avançado a múltiplos usuários simultâneos e recursos superiores de segurança, essenciais para a governança corporativa (VALENTE, 2022).

Complementarmente, (CARVALHO; SÁ, 2024) sustentam que a organização do código em componentes reutilizáveis visa reduzir esforços redundantes e aumentar a confiabilidade, uma vez que módulos previamente testados podem ser replicados em diferentes áreas da aplicação. Somado a isso, o sistema incorpora mecanismos de autenticação e controle de acesso. Definir permissões específicas conforme o perfil do usuário não apenas protege dados sensíveis, mas também cria um rastro de responsabilidade sobre cada operação realizada.

Isto é, cabe ressaltar que a escolha por uma arquitetura web democratiza o acesso à informação, permitindo que diferentes áreas da organização colaborem em uma única plataforma. Em um cenário industrial, onde a tomada de decisão envolve múltiplos stakeholders, essa integração de fontes de dados e facilidade de acesso tornam-se diferenciais estratégicos. Portanto, aplicar os princípios da engenharia de software garante que o sistema não seja apenas uma ferramenta técnica isolada, mas um ativo capaz de evoluir e sustentar a excelência operacional frente a novos desafios.

2.7 Trabalhos Correlatos

O estudo continuado acerca do uso de sistemas computacionais para subsidiar a estimativa de custos e a tomada de decisão revela um campo em plena maturidade na literatura acadêmica. O avanço das técnicas de modelagem de dados e a integração de sistemas vem sendo explorados como alternativas possíveis para reforçar a capacidade analítica das organizações, transformando a maneira como a indústria interpreta seu próprio passado para planejar o futuro.

No que concerne à estimativa de custos em engenharia, diversos estudos corroboram a tese de que dados estruturados são o alicerce para previsões precisas. Segundo (NIAZI *et al.*, 2006), métodos fundamentados em dados históricos entregam uma consistência superior se comparados a abordagens puramente empíricas. Essa superioridade é sentida especialmente nas fases embrionárias de um projeto, onde o "vazio" de informações técnicas detalhadas costuma ser preenchido por incertezas que os modelos computacionais buscam mitigar.

Complementando essa visão, (FENG; ZHANG; GAO, 2015) investigam como sistemas baseados em conhecimento podem revolucionar a manufatura. Os autores demonstram que, ao formalizar regras de negócio e estruturar bases de dados, é possível reduzir drasticamente a discrepância entre estimativas feitas por diferentes especialistas. Mais do que apenas calcular valores, esses sistemas promovem uma "justiça técnica", onde a padronização das análises e a rastreabilidade das escolhas tornam o processo decisório auditável e transparente.

No domínio dos SAD/DSS, as bases lançadas por (POWER, 2002) e (TURBAN; SHARDA; DELEN, 2014) já enfatizavam a importância de unir dados, modelos e interfaces amigáveis. Evoluções recentes, discutidas por (SHARDA; DELEN; TURBAN, 2020), reforçam que o valor atual de um DSS reside na sua capacidade de processar volumes massivos de dados em tempo real. Em ambientes industriais complexos, essa agilidade deixa de ser um luxo tecnológico para se tornar uma condição de sobrevivência competitiva.

A tendência de migração para arquiteturas web também é um tema recorrente na literatura contemporânea. (ZHANG; CHEN; XU, 2018) apontam que a web oferece a escalabilidade e a acessibilidade necessárias para que diferentes departamentos colaborem em uma única plataforma. Para a indústria, isso significa romper silos de informação, permitindo que a engenharia, o financeiro e a produção falem a mesma língua através de sistemas integrados.

Especificamente na indústria automotiva, (WELO; RINGEN, 2016) expõem a "ferida" do setor: a alta dependência do conhecimento tácito, aquele que reside apenas na mente dos colaboradores mais experientes. Os autores alertam que a ausência de dados estruturados e a falta de integração entre produto e processo prejudicam a confiabilidade das projeções financeiras, gerando riscos ocultos nos investimentos.

Apesar da riqueza de estudos isolados, nota-se uma fragmentação: a literatura muitas vezes trata a modelagem de dados, a estimativa de custos e o suporte à decisão como ilhas independentes. Existe, portanto, um espaço relevante para soluções que unifiquem essas dimensões.

O presente trabalho busca preencher essa lacuna ao propor uma ferramenta que funde o rigor da modelagem relacional, a inteligência de dados históricos e a agilidade de um sistema web. O diferencial reside na visão sistêmica: não se busca apenas automatizar um cálculo, mas sim humanizar o processo decisório ao oferecer ao gestor uma base sólida, transparente e rastreável, capaz de transformar a orçamentação industrial em uma atividade orientada pela evidência e pela precisão técnica.

2.8 Síntese e Lacuna de Pesquisa

A revisão da literatura apresentada neste capítulo evidenciou a relevância da utilização de sistemas computacionais no apoio à tomada de decisão em ambientes industriais, especialmente em contextos caracterizados por elevado nível de complexidade, grande volume de dados e necessidade de respostas ágeis. Os Sistemas de Apoio à Decisão (DSS) destacam-se como ferramentas capazes de integrar dados e modelos analíticos, contribuindo para a melhoria da qualidade das decisões.

No contexto da estimativa de investimentos industriais (CAPEX), observou-se que a utilização de dados históricos e modelos estruturados tende a aumentar a consistência das estimativas, reduzindo a dependência exclusiva do conhecimento tácito dos especialistas. Entretanto, a literatura também aponta que, em muitos casos, esses processos ainda são conduzidos de forma pouco padronizada, com elevado grau de subjetividade e limitada rastreabilidade das informações.

A modelagem e o uso adequado de bancos de dados surgem como elementos fundamentais para a organização e recuperação eficiente das informações, permitindo estruturar dados técnicos e financeiros de forma consistente. Quando associados a sistemas computacionais, esses dados possibilitam a automatização de processos e a geração de estimativas mais fundamentadas.

Adicionalmente, a aplicação de princípios de engenharia de software no desenvolvimento de sistemas web contribui para a construção de soluções modulares, escaláveis e de fácil manutenção. A utilização de arquiteturas bem definidas, com separação entre camadas de dados, lógica e interface, permite maior flexibilidade e evolução contínua dos sistemas, especialmente em ambientes industriais dinâmicos.

Apesar desses avanços, a análise dos trabalhos correlatos indica que muitas abordagens tratam de forma isolada os diferentes elementos envolvidos no processo de estimativa de investimentos. Em particular, observa-se uma lacuna na integração entre:

- dados técnicos e históricos estruturados;
- modelos de apoio à decisão;
- implementação prática em sistemas computacionais aplicáveis ao contexto industrial real;
- mecanismos de rastreabilidade que permitam justificar os valores estimados.

Essa lacuna torna-se ainda mais evidente no contexto da indústria automotiva, onde a complexidade dos processos produtivos e a necessidade de precisão nas estimativas demandam soluções mais integradas e estruturadas.

Nesse cenário, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais que integra modelagem de dados, lógica de cálculo baseada em informações históricas e uma aplicação web para interação com o usuário. A solução busca não apenas automatizar o processo de estimativa, mas também reduzir a subjetividade, aumentar a rastreabilidade das informações e promover a padronização das análises.

Dessa forma, o trabalho posiciona-se como uma contribuição aplicada que busca preencher a lacuna identificada na literatura, ao propor uma abordagem integrada que conecta conceitos de Sistemas de Apoio à Decisão, modelagem de dados e engenharia de software em uma solução voltada para aplicação em ambiente industrial real.

Por fim, com base nos conceitos apresentados ao longo deste capítulo, o Capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento e validação do sistema proposto.

3 METODOLOGIA

Este capítulo traz o detalhamento dos procedimentos metodológicos que amparam o desenvolvimento e a validação do sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais proposto. A estrutura aqui exposta se volta a alcançar a replicabilidade do estudo e a confiabilidade dos resultados, definindo um caminho lógico que parte da subsídio teórico para a aplicação prática em ambiente real. De início, estabelece-se a classificação da pesquisa para, em seguida, descrever as etapas de desenvolvimento, o método de validação, as métricas de desempenho e as limitações inerentes ao escopo do estudo.

3.1 Classificação da pesquisa

No que concerne à sua natureza, esta pesquisa classifica-se como aplicada. Tal definição justifica-se pelo propósito de gerar conhecimentos voltados à solução de um problema específico e real dentro do contexto industrial (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Quanto aos objetivos, o estudo assume caráter exploratório e descritivo. O aspecto exploratório manifesta-se na necessidade de investigar e compreender as nuances do processo de orçamentação de CAPEX. Já o caráter descritivo consolida-se ao estruturar e representar esse processo por meio de um sistema computacional dedicado (GIL, 2002).

A abordagem adotada é mista, combinando elementos qualitativos e quantitativos. O viés quantitativo concentra-se na utilização de métricas de desempenho para aferir a eficácia do sistema, enquanto o viés qualitativo dedica-se à análise da usabilidade e da percepção de valor pelos usuários (VERGARA, 2014). Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa configura-se como um estudo de caso aplicado, visto que a solução é projetada e validada dentro de um ecossistema industrial singular (YIN, 2015).

3.2 Etapas do desenvolvimento metodológico

O desenvolvimento da solução seguiu um roteiro estruturado, orientado pela evolução progressiva das funcionalidades e pela mitigação de riscos técnicos, em conformidade com as boas práticas da engenharia de software (SOMMERVILLE, 2019; VALENTE, 2022).

3.2.1 Levantamento e análise do processo atual

A fase inicial consistiu em mapear o fluxo vigente de orçamentação para identificar entradas, saídas, regras de negócio e vulnerabilidades críticas. Verificou-se que a atual dependência do conhecimento tácito e a baixa padronização resultam em uma rastreabilidade limitada. Esse diagnóstico foi crucial para estabelecer os requisitos funcionais que nortearam a nova proposta.

3.2.2 Definição do escopo e recorte do estudo

O escopo do trabalho foi delimitado ao setor de estampa. Tal decisão metodológica fundamentou-se na existência de uma base de dados histórica robusta e estruturada nesta área. Conforme recomendado por (YIN, 2015), o recorte visa garantir a qualidade da validação, uma vez que a ausência de dados íntegros em outros setores comprometeria a consistência do método proposto.

3.2.3 Modelagem dos dados

Nesta etapa, buscou-se converter as necessidades de negócio em uma arquitetura de dados consistente. Foram definidos entidades, atributos e relacionamentos capazes de representar com fidelidade os elementos técnicos e financeiros da orçamentação. O objetivo central foi assegurar a integridade referencial, condição sine qua non para a confiabilidade das estimativas (ELMASRI; NAVATHE, 2016).

3.2.4 Desenvolvimento e validação do protótipo

Antes da implementação final, desenvolveu-se um protótipo em planilhas eletrônicas para validar a lógica de cálculo e as correlações entre impactos técnicos e valores de investimento. Essa prática de prototipagem permitiu identificar inconsistências precocemente, reduzindo retrabalhos na fase de codificação (VALENTE, 2022).

3.2.5 Implementação do sistema

A transição do protótipo para o ambiente web seguiu princípios de modularidade e separação de responsabilidades. A utilização de camadas distintas visa facilitar a manutenção futura e a escalabilidade da ferramenta. Os detalhes técnicos desta fase encontram-se pormenorizados no Capítulo 4.

3.3 Abordagem metodológica da solução

O sistema fundamenta-se em uma abordagem orientada a dados, onde a estimativa de investimentos deixa de ser um exercício subjetivo para se tornar um processo de associação técnica. Conceitualmente, o fluxo operacional compreende:

- Identificar os elementos de impacto no projeto;
- Associar tais elementos a registros históricos validados;
- Aplicar algoritmos de cálculo para consolidar os valores;
- Gerar uma estimativa estruturada, transparente e rastreável.

Essa lógica está alinhada aos preceitos de Sistemas de Apoio à Decisão que buscam reduzir a influência do viés humano por meio do uso estratégico da informação (TURBAN; SHARDA; DELEN, 2014).

3.4 Método de validação

Para validar a eficácia do sistema, optou-se pela aplicação em cenários representativos, comparando-os diretamente ao método tradicional. Foram selecionados cinco cenários de teste, baseados em casos reais utilizados pela área de estratégia industrial global da organização. Para cada cenário, buscou-se aferir:

- O tempo despendido na execução;
- A precisão dos valores estimados;
- O nível de detalhamento e fundamentação dos dados gerados.

Complementarmente, realizou-se uma avaliação qualitativa com os usuários finais para capturar impressões sobre a usabilidade da ferramenta em situações reais de trabalho.

3.5 Métricas de avaliação

A objetividade da análise foi garantida pela definição de métricas claras (SHARDA; DELEN; TURBAN, 2020):

- Eficiência Temporal: Mensurar o tempo necessário para concluir uma estimativa;
- Acurácia Financeira: Avaliar a variação percentual entre o sistema e o método convencional;
- Índice de Rastreabilidade: Verificar a facilidade em identificar a origem de cada custo;
- Percepção de Usabilidade: Analisar o grau de facilidade de interação relatado pelos usuários.

3.6 Considerações sobre os dados utilizados

Os dados utilizados são oriundos de projetos reais executados pela organização. Em virtude de protocolos de confidencialidade corporativa, as informações passaram por um processo de anonimização. Elementos descritivos que pudessem identificar produtos ou plantas específicas foram alterados, todavia, os valores de investimento e as relações técnicas foram preservados integralmente. Esta abordagem assegura a fidelidade científica dos testes sem comprometer ativos sensíveis da empresa (YIN, 2015).

3.7 Limitações metodológicas

Reconhece-se que a metodologia apresenta fronteiras específicas. A validação em um número restrito de cenários e o foco exclusivo no setor de estamperia limitam a generalização imediata dos resultados para outras áreas industriais. No entanto, tais restrições não invalidam a pesquisa; ao contrário, permitem uma validação profunda da lógica proposta, estabelecendo uma base sólida para futuras expansões do sistema.

4 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresenta o desenvolvimento do sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais proposto neste trabalho. São descritos os principais aspectos relacionados à modelagem dos dados, à arquitetura da solução e às etapas de implementação do sistema, bem como suas funcionalidades e forma de utilização. O objetivo é detalhar a construção da solução desenvolvida, evidenciando como os conceitos apresentados nos capítulos anteriores foram aplicados na prática.

4.1 Visão Geral do Sistema

O sistema desenvolvido neste trabalho tem como objetivo apoiar o processo de orçamentação de investimentos industriais por meio da utilização estruturada de dados técnicos e históricos. A proposta busca reduzir a dependência de estimativas baseadas exclusivamente na experiência de especialistas, promovendo maior confiabilidade, rastreabilidade e padronização das análises realizadas.

A solução foi concebida para permitir a associação entre impactos técnicos em produtos e processos produtivos e os respectivos investimentos necessários para sua implementação. Dessa forma, ao selecionar uma determinada modificação em um veículo ou em uma linha de produção, o sistema é capaz de identificar os elementos afetados, como ferramentas, dispositivos e equipamentos, e estimar os custos envolvidos com base em dados previamente cadastrados.

Do ponto de vista funcional, o sistema opera a partir da seleção de variáveis relacionadas ao escopo do projeto, como tipo de modificação, componentes envolvidos e características do processo produtivo. A partir dessas informações, são aplicadas regras de associação e cálculo que permitem a geração de uma estimativa estruturada de investimento, acompanhada do detalhamento dos itens considerados.

A interface do sistema foi projetada com foco na usabilidade, permitindo que o usuário navegue pelas funcionalidades de forma intuitiva e obtenha rapidamente os resultados desejados. Além disso, o sistema possibilita a visualização detalhada dos dados utilizados na estimativa, contribuindo para a transparência e a justificativa dos valores apresentados.

A solução foi implementada em ambiente web, utilizando o framework Django, o que possibilita maior flexibilidade, escalabilidade e facilidade de manutenção. O sistema é composto por um banco de dados estruturado, responsável pelo armazenamento das informações técnicas e históricas, e por uma camada de aplicação que realiza o processamento dos dados e a geração das estimativas.

De forma geral, o sistema proposto integra dados, regras e interface em uma única solução, permitindo automatizar parte do processo de orçamentação e apoiar de forma mais consistente a tomada de decisão no contexto industrial analisado.

4.2 Modelagem dos Dados

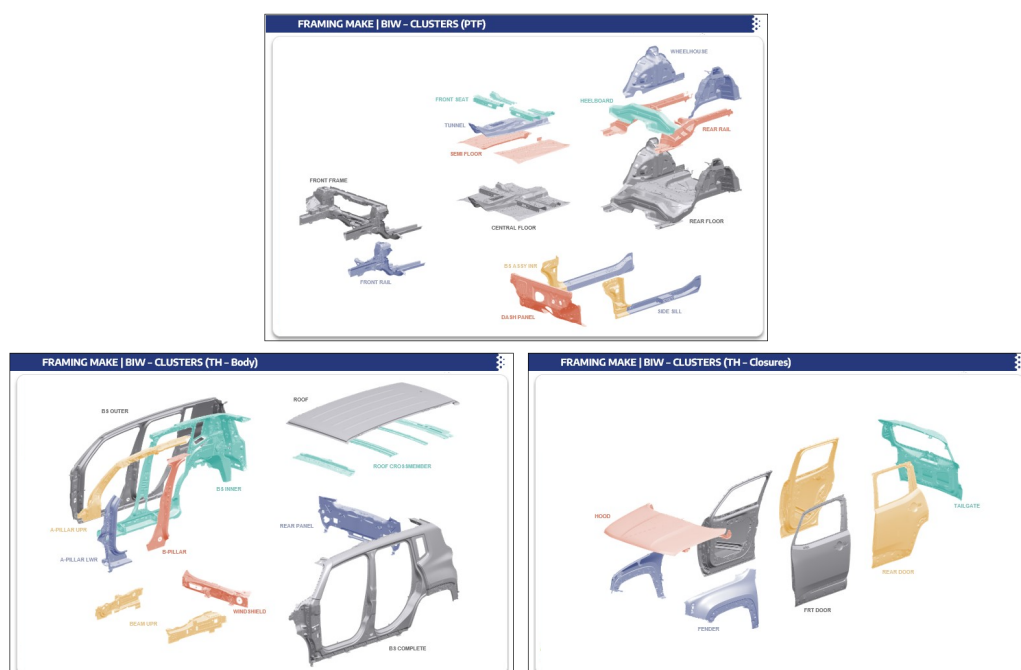
A modelagem dos dados é uma etapa fundamental para a estruturação das informações necessárias à estimativa de investimentos, permitindo a associação entre características técnicas de produtos, processos produtivos e seus respectivos custos. O modelo foi desenvolvido com base em registros históricos de investimentos industriais, bem como na estrutura técnica dos produtos e processos analisados. Para facilitar sua organização e compreensão, as entidades foram agrupadas em conjuntos lógicos, de acordo com sua função no sistema.

O primeiro grupo refere-se à estrutura organizacional e produtiva, sendo composto pelas entidades Region, Country e Plant, que permitem a representação das unidades industriais e sua distribuição geográfica.

O segundo grupo corresponde à estrutura dos produtos, incluindo as entidades Brand, Model Type, Segment e Model. Esse conjunto permite caracterizar os veículos analisados sob diferentes perspectivas, como marca, categoria e posicionamento de mercado.

A estrutura técnica dos produtos é representada por duas entidades, que definem uma hierarquia padronizada de decomposição do veículo. O Cluster 1 corresponde ao nível macro da arquitetura do produto, representando a estrutura de Body in White, incluindo conceitos como Platform (PTF) ou Top Hat (TH). Já o Cluster 2 representa o nível de detalhamento dos conjuntos de peças, correspondendo aos principais sistemas e áreas do veículo, como portas, capô, tampa traseira e laterais. Essa hierarquia, permite organizar os componentes de forma padronizada, facilitando a análise de impactos decorrentes de modificações de engenharia, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura de Clusters



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

No contexto do sistema desenvolvido, o escopo está restrito ao processo de estamparia, sendo este o único domínio produtivo considerado na modelagem, em função da disponibilidade de dados estruturados. Nesse contexto, destaca-se o grupo de entidades composto por Stamped Part, Stamping Classification, Stamping History e Stamping BOM. Essas entidades permitem identificar as peças utilizadas no processo de estampagem, classificá-las de acordo com suas características técnicas, relacioná-las a valores históricos de investimento e associá-las aos modelos de veículos. Esse conjunto é fundamental para a estimativa de investimentos, uma vez que conecta diretamente os elementos técnicos do processo de estamparia aos dados utilizados pelo sistema.

O grupo de projetos é formado pelas entidades Project, Stamping Scope e Stamping Framing. A entidade Project armazena as informações gerais dos estudos realizados, enquanto Stamping Scope define o escopo técnico de cada projeto, incluindo as peças impactadas no contexto da estamparia. Já a entidade Stamping Framing registra os valores consolidados das estimativas, permitindo o armazenamento e a posterior análise dos resultados.

Adicionalmente, o sistema contempla entidades de suporte, como Currency, responsável pela padronização dos valores monetários, e Users (padrão do framework Django), que gerencia o acesso ao sistema com diferentes níveis de permissão.

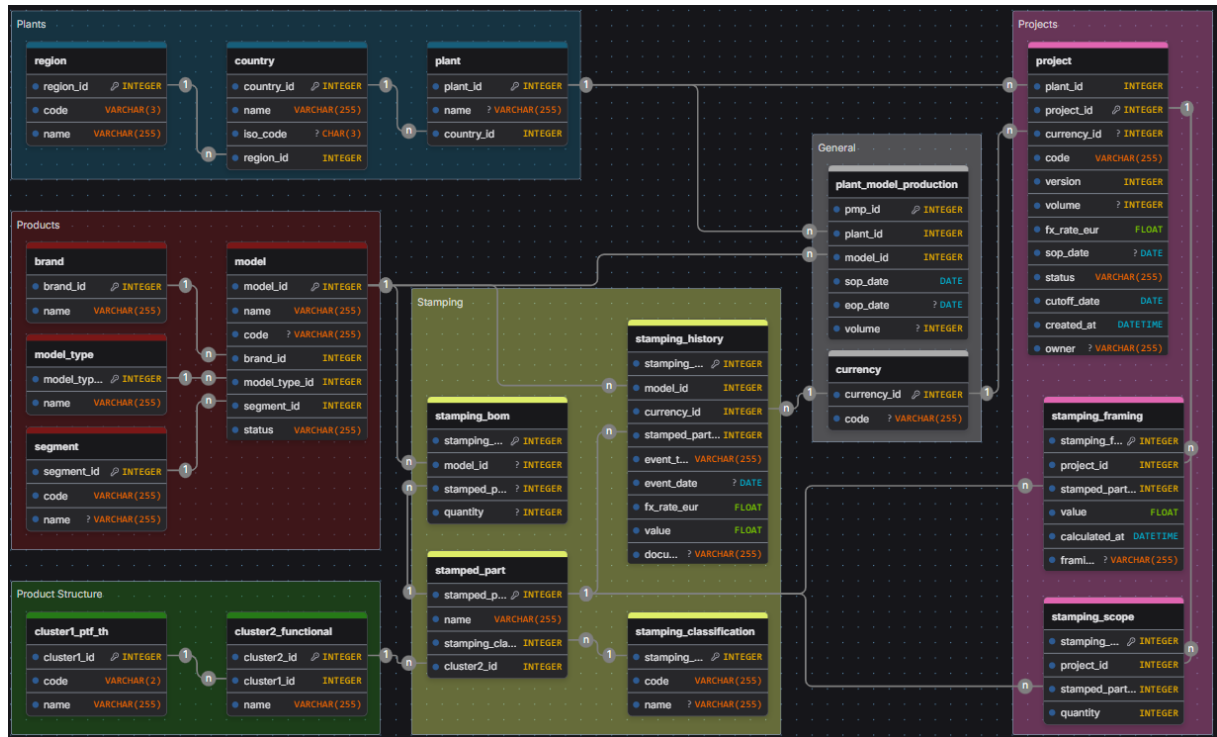
As relações entre essas entidades foram definidas de forma a refletir a lógica do processo industrial analisado. Por exemplo, um modelo pode estar associado a diferentes plantas produtivas, enquanto um projeto pode envolver múltiplas peças do escopo de estamparia. Da mesma forma, as peças estão vinculadas a classificações e históricos de investimento, permitindo a recuperação estruturada de valores utilizados nas estimativas.

A estrutura relacional adotada possibilita a integração entre os diferentes domínios do sistema, garantindo consistência dos dados e minimizando redundâncias. Além disso, essa organização permite a realização de consultas estruturadas, fundamentais para a implementação das regras de cálculo utilizadas na estimativa de investimentos.

Os dados utilizados foram provenientes de projetos reais do contexto industrial analisado, mantendo-se integralmente os valores de investimento. Informações que pudessem identificar projetos específicos foram anonimizadas, garantindo a confidencialidade sem comprometer a consistência e a representatividade do modelo de dados.

A estrutura relacional do sistema é apresentada na Figura 2, que ilustra as principais entidades e seus relacionamentos, evidenciando a integração entre os dados técnicos e históricos utilizados nas estimativas.

Figura 2 – Diagrama entidade-relacionamento do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

O sistema foi desenvolvido utilizando o framework Django, que oferece suporte nativo a diferentes sistemas gerenciadores de banco de dados. Nesta implementação, optou-se pelo uso do SQLite, banco de dados embarcado e integrado ao próprio framework, devido à sua simplicidade de configuração e à sua adequação ao desenvolvimento de protótipos e aplicações em fase inicial. Essa escolha permitiu maior agilidade no desenvolvimento e na validação da solução proposta, sem a necessidade de configurações adicionais de infraestrutura.

4.3 Arquitetura do sistema

A arquitetura do sistema foi definida com o objetivo de garantir modularidade, escalabilidade e facilidade de manutenção, permitindo a integração entre os diferentes componentes responsáveis pelo processamento e apresentação das informações.

A solução foi implementada em ambiente web utilizando o framework Django, que organiza a aplicação de forma estruturada e orientada a componentes. Essa escolha possibilita a separação entre as camadas de dados, lógica de aplicação e interface, contribuindo para a organização do sistema e facilitando sua evolução.

A arquitetura adotada foi estruturada em três camadas principais: banco de dados, aplicação e interface com o usuário. Essa organização segue o padrão arquitetural do próprio framework Django, baseado na separação entre modelos, regras de negócio e apresentação.

A camada de banco de dados é responsável pelo armazenamento das informações estrutu-

radas utilizadas pelo sistema, incluindo dados técnicos, históricos de investimentos e parâmetros necessários para os cálculos. Conforme descrito na Seção 4.2, foi utilizado o banco de dados SQLite, integrado ao framework Django, garantindo consistência e integridade das informações durante o desenvolvimento. A arquitetura adotada permite a substituição desse banco por outros sistemas gerenciadores, como PostgreSQL, sem necessidade de alterações significativas na aplicação.

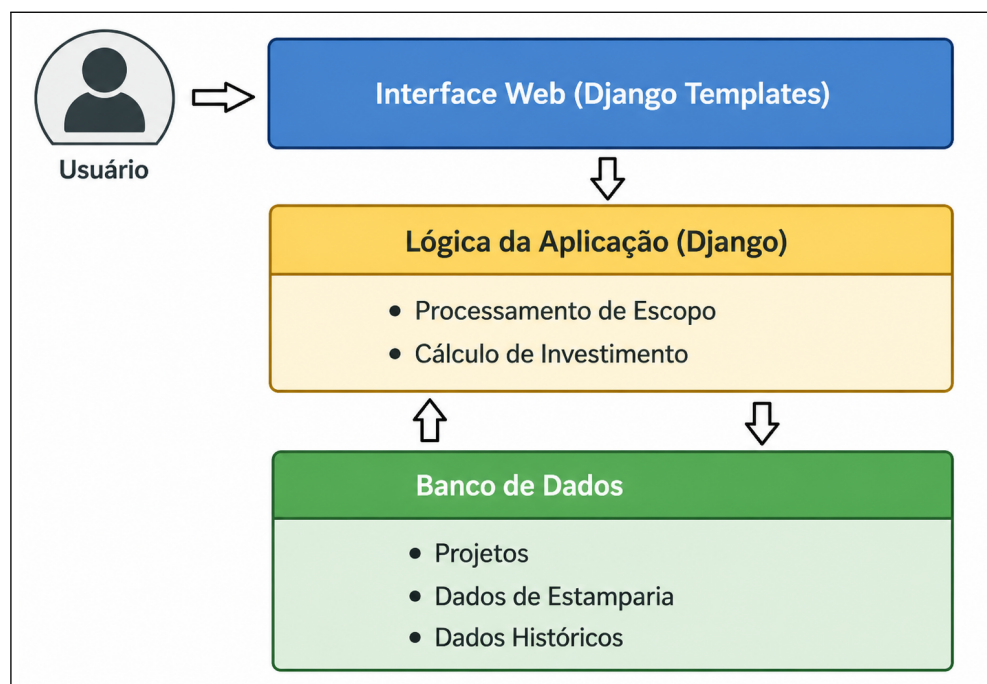
A camada de aplicação concentra a lógica do sistema, sendo responsável pelo processamento das entradas fornecidas pelo usuário e pela execução das regras de cálculo das estimativas. Nessa camada, são realizadas as consultas ao banco de dados, a associação entre impactos técnicos e valores históricos e a consolidação dos resultados.

A interface com o usuário permite a interação com o sistema por meio de páginas web, possibilitando a criação de projetos, a definição do escopo técnico e a visualização dos resultados. Essa camada foi desenvolvida com foco na usabilidade, organizando o fluxo de navegação de forma coerente com as etapas do processo de estimativa.

A comunicação entre as camadas ocorre de forma integrada, na qual as ações realizadas pelo usuário são processadas pela camada de aplicação, que consulta os dados necessários e retorna os resultados para a interface de forma estruturada.

A organização das camadas do sistema e o fluxo de informações entre seus componentes podem ser observados na Figura 3, evidenciando a separação entre dados, lógica de aplicação e interface com o usuário.

Figura 3 – Arquitetura do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

4.4 Desenvolvimento do protótipo

O desenvolvimento do sistema foi iniciado por meio da construção de um protótipo funcional, com o objetivo de validar a lógica de cálculo das estimativas de investimento e avaliar a viabilidade da solução antes da implementação em ambiente web.

O protótipo foi desenvolvido utilizando planilhas eletrônicas, permitindo a rápida implementação das regras de cálculo e a organização inicial dos dados. Essa abordagem possibilitou a definição das principais variáveis envolvidas no processo, bem como a estruturação das regras de associação entre modificações técnicas e os investimentos correspondentes.

Durante o desenvolvimento do protótipo, foram realizadas simulações baseadas em cenários reais, considerando diferentes tipos de modificações em produtos e seus impactos nos processos produtivos. Essas simulações permitiram verificar a coerência dos resultados gerados, além de identificar ajustes necessários na modelagem dos dados e na definição das regras de cálculo.

O protótipo também contribuiu para a validação da estrutura de entrada de dados e da forma de apresentação dos resultados, permitindo avaliar aspectos relacionados à usabilidade e à interpretação das informações pelo usuário.

A partir dos resultados obtidos nessa etapa, foi possível refinar o modelo de dados, consolidar as regras de negócio e definir os requisitos para a implementação do sistema em ambiente web.

A Figura 4 ilustra o protótipo desenvolvido na etapa inicial do projeto, evidenciando a estrutura das entradas e a lógica de funcionamento utilizada para validação da solução.

Figura 4 – Protótipo inicial do sistema

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

4.5 Implementação do sistema

A implementação do sistema foi realizada em ambiente web, utilizando o framework Django, com o objetivo de desenvolver uma solução estruturada, escalável e integrada ao modelo de dados definido anteriormente. A arquitetura adotada permite a separação entre as camadas de dados, lógica de negócio e interface, contribuindo para a organização e manutenção do sistema.

4.5.1 Controle de acesso de usuários

Desde sua concepção, o sistema foi desenvolvido considerando mecanismos de controle de acesso baseados em perfis de usuário, visando garantir segurança, rastreabilidade e segmentação das funcionalidades disponíveis.

Foram definidos três níveis principais de acesso:

- Visualizador: possui permissão apenas para consulta dos projetos e resultados gerados, sem possibilidade de edição ou criação de novos registros;
- Editor: possui permissão para criação e edição de projetos, configuração do escopo técnico e geração de estimativas;
- Administrador: possui acesso completo ao sistema, incluindo gerenciamento de usuários, manutenção de dados base e controle das regras de negócio.

A implementação desse controle foi realizada utilizando o sistema de autenticação do Django, por meio da definição de grupos e permissões associadas a cada perfil de usuário.

4.5.2 Fluxo de criação e seleção de projetos

O sistema permite que o usuário realize o cadastro ou a seleção de um projeto, no qual são definidas informações gerais, como modelo do veículo, planta produtiva e demais características relevantes.

4.5.3 Configuração do escopo técnico

A partir da definição do projeto, o sistema permite a configuração do escopo técnico por meio da seleção dos elementos impactados, como componentes e peças associadas ao processo de estamparia.

Essa etapa é responsável por estruturar as entradas utilizadas nos cálculos de estimativa de investimento, representando a base para o processamento realizado pelo sistema.

4.5.4 Processamento e cálculo das estimativas

Com base nas informações fornecidas pelo usuário, o sistema realiza consultas estruturadas ao banco de dados, identificando as relações entre os elementos do escopo técnico do projeto, suas respectivas classificações e os registros históricos de investimento previamente cadastrados. Essas informações constituem a base para a aplicação das regras de cálculo e inferência adotadas pelo sistema.

A lógica de processamento foi estruturada de modo a associar cada item do escopo técnico aos dados históricos mais relevantes. Inicialmente, são priorizados registros diretamente relacionados à peça analisada. Na ausência de histórico específico, o sistema utiliza dados referentes a peças pertencentes à mesma classificação técnica, garantindo maior cobertura e robustez ao processo de estimativa.

Diferentemente de abordagens baseadas exclusivamente em médias simples, o método proposto considera explicitamente a qualidade e a recência dos dados históricos. Cada registro de investimento é ponderado de acordo com o seu tipo de origem — como custos reais, cotações ou estimativas — bem como em função da sua distância temporal em relação à data de corte do projeto. Registros mais confiáveis e recentes exercem maior influência no resultado final, enquanto dados mais antigos têm seu impacto reduzido.

Os dados ponderados são então utilizados para estimar o custo unitário futuro. Sempre que possível, aplica-se uma regressão linear ponderada ao longo do eixo temporal, permitindo capturar tendências de evolução dos custos observadas no histórico. Entretanto, para garantir a estabilidade numérica do processo, o sistema avalia previamente as condições estatísticas dos dados. Caso o conjunto de informações não seja adequado para a aplicação da regressão — por exemplo, em cenários com baixa variabilidade temporal ou poucos registros — o modelo utiliza automaticamente uma média ponderada como mecanismo de fallback.

O fluxo geral de processamento e cálculo das estimativas é descrito no Algoritmo 1, enquanto os procedimentos auxiliares de preparação dos dados e previsão estatística são apresentados nos Algoritmos 2 e 3, respectivamente.

Ao final do processamento, o custo unitário estimado é convertido para a moeda do projeto e multiplicado pela quantidade correspondente de cada item do escopo, resultando na estimativa total de investimento. Além do valor agregado, o sistema mantém o detalhamento completo das contribuições individuais, registrando a política de cálculo adotada em cada caso.

Essa abordagem amplia a transparência e a rastreabilidade do processo de estimativa, permitindo auditoria técnica e reduzindo a dependência de julgamentos subjetivos, ao mesmo tempo em que estabelece uma base metodológica consistente, reproduzível e alinhada a práticas de inferência estatística.

Algoritmo 1 Cálculo do Framing de Projeto com Ponderação e Regressão

Remover estimativas previamente calculadas para o projeto

para *cada item i no escopo do projeto* **faça**

 Buscar histórico exato da peça *i* até a data de corte

se *histórico existe* **então**

 Preparar dados ponderados

 Prever custo futuro usando regressão ou média ponderada

 Salvar estimativa baseada na peça exata

continue

fim

 Buscar histórico por classificação técnica

se *histórico por classificação existe* **então**

 Preparar dados ponderados

 Prever custo futuro usando regressão ou média ponderada

 Salvar estimativa baseada na classificação

continue

fim

 Salvar estimativa nula por ausência de histórico

fim

Algoritmo 2 Preparação dos Dados Ponderados

data_base $\leftarrow$ data do evento mais antigo

lista $\leftarrow \emptyset$

para *cada evento histórico* **faça**

 Converter valor do evento para moeda base

 Definir peso conforme o tipo do evento

se *evento é anterior ao limite temporal* **então**

 Reduzir peso temporal do evento

fim

 Calcular peso final do evento

 Calcular posição temporal relativa

 Adicionar dados ponderados à lista

fim

return *lista*

Algoritmo 3 Previsão do Custo Unitário Futuro

Remover observações com peso inválido

se *não existem dados* **então**

return 0

fim

se *dados insuficientes ou sem variabilidade temporal* **então**

return *média ponderada*

fim

Aplicar regressão linear ponderada

Prever custo para horizonte futuro

return *valor previsto*

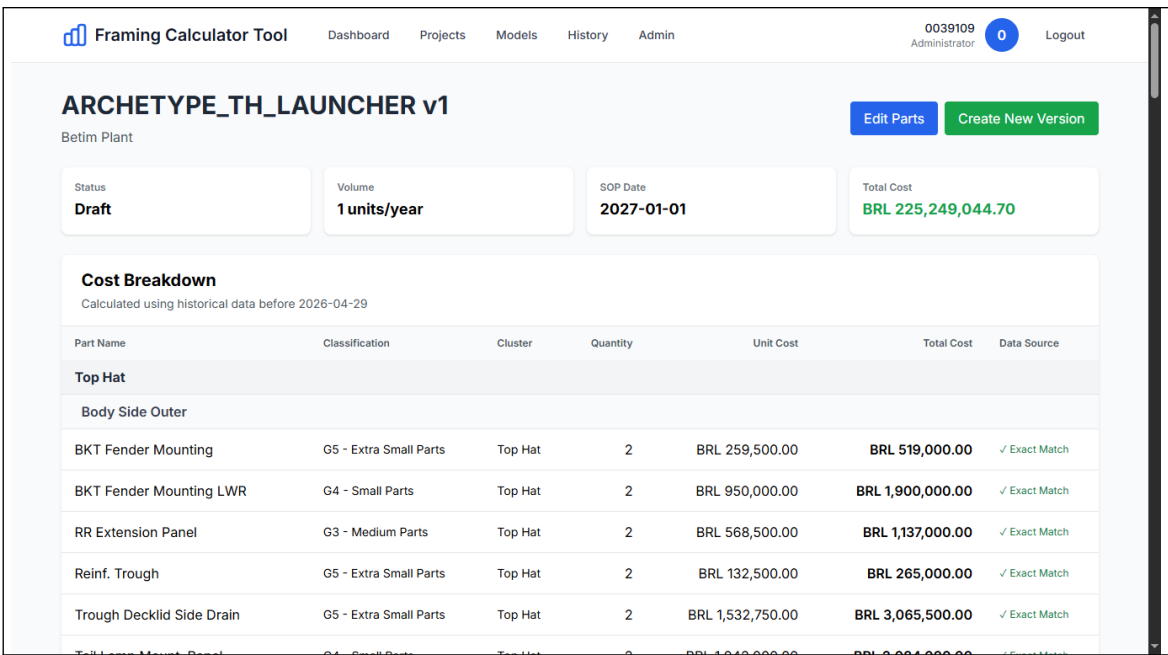
4.5.5 Apresentação dos resultados

Os resultados são apresentados ao usuário de forma estruturada, permitindo a visualização detalhada dos elementos que compõem a estimativa de investimento.

O sistema apresenta o valor total estimado, bem como o detalhamento por item, possibilitando a análise individual dos componentes considerados no cálculo. Além disso, os resultados são armazenados por meio do registro de framing, permitindo consultas futuras e comparações entre diferentes cenários.

A visualização dos resultados pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 – Interface de resultados da estimativa de investimento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

4.5.6 Interface e usabilidade

Do ponto de vista de interface, o sistema foi desenvolvido com foco na usabilidade, proporcionando uma navegação intuitiva e organizada. As telas foram estruturadas de forma a guiar o usuário ao longo do processo de estimativa, reduzindo a complexidade da operação e facilitando a interpretação dos resultados obtidos.

A organização sequencial das etapas — criação do projeto, definição do escopo técnico, processamento e visualização dos resultados — contribui para uma experiência de uso consistente e alinhada ao fluxo do processo industrial analisado.

4.6 Considerações do desenvolvimento

O desenvolvimento do sistema proposto permitiu a consolidação de uma solução estruturada para o processo de orçamentação de investimentos industriais, integrando dados técnicos e históricos em um ambiente único. A abordagem adotada possibilitou a redução da dependência de estimativas baseadas exclusivamente na experiência de especialistas, promovendo maior padronização, rastreabilidade e consistência das análises realizadas.

Ao longo do desenvolvimento, observou-se que a modelagem adequada dos dados exerce papel determinante no desempenho do sistema, uma vez que a organização e a qualidade das informações influenciam diretamente a precisão das estimativas geradas. A definição de entidades e relacionamentos consistentes permitiu representar de forma coerente os impactos das modificações nos processos produtivos e sua associação com os respectivos custos.

A utilização do framework Django contribuiu para a estruturação da lógica da aplicação, permitindo a separação entre as camadas do sistema e facilitando a implementação das funcionalidades propostas. De forma complementar, a adoção de um banco de dados relacional possibilitou a integração entre diferentes domínios de informação, garantindo consistência, integridade e flexibilidade na manipulação dos dados.

Do ponto de vista funcional, o sistema demonstrou capacidade de associar elementos do escopo técnico a registros históricos de investimento, realizando o processamento automatizado das estimativas conforme a lógica de cálculo definida. Essa característica reforça o potencial da solução para apoiar de forma estruturada o processo decisório em ambientes industriais.

Entretanto, algumas limitações foram identificadas durante o desenvolvimento. A principal delas está relacionada à dependência da qualidade e da disponibilidade dos dados históricos utilizados como base para as estimativas. Em cenários com baixa disponibilidade de dados ou inconsistências nas informações, a confiabilidade dos resultados pode ser impactada.

Além disso, o sistema foi desenvolvido considerando um escopo específico, restrito ao processo de estamparia, em função da disponibilidade de dados estruturados. Dessa forma, sua aplicação a outros contextos industriais pode demandar adaptações na modelagem dos dados e nas regras de cálculo.

Como oportunidades de melhoria, destacam-se a ampliação da base de dados com novos registros de investimentos, a extensão do sistema para outros processos produtivos e a implementação de funcionalidades adicionais, como análises comparativas entre cenários e integração com sistemas corporativos.

De forma geral, o desenvolvimento do sistema demonstrou a viabilidade da utilização de dados estruturados no apoio à tomada de decisão em ambientes industriais, evidenciando o potencial da solução proposta para aumentar a confiabilidade, a transparência e a eficiência do processo de orçamentação de investimentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação do sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais desenvolvido neste trabalho. Os resultados foram gerados a partir de cenários baseados em dados reais do contexto industrial analisado, cujos valores foram preservados, sendo apenas anonimizada a identificação dos projetos.

Inicialmente, são descritos os cenários utilizados na validação da solução. Em seguida, são apresentadas métricas quantitativas que permitem comparar o desempenho do sistema com o método tradicional. Por fim, realiza-se a discussão dos resultados, incluindo limitações e ameaças à validade.

5.1 Aplicação do sistema

Conforme descrito no Capítulo 3, a validação do sistema foi realizada por meio da aplicação em cenários representativos do contexto industrial analisado, considerando diferentes níveis de complexidade no processo de estamparia.

Os cenários adotados neste estudo correspondem aos casos base utilizados pela área de estratégia industrial da empresa para a realização de análises de investimento em nível global. Esses cenários constituem os pontos de partida padrão para diferentes tipos de estudos, independentemente da utilização do sistema proposto, garantindo, assim, a representatividade das situações avaliadas.

Foram definidos cinco cenários distintos, estruturados de forma a representar diferentes níveis de impacto técnico, definidos principalmente pela quantidade de peças afetadas e pela abrangência das modificações no processo produtivo:

- Cenário A (MCA): modificação simples, com impacto pontual, envolvendo 5 peças do processo de estamparia;
- Cenário B (Derivated Shape): modificação de complexidade intermediária, envolvendo 98 peças impactadas, com alterações concentradas em subconjuntos específicos;
- Cenário C (Reskin Light): modificação de complexidade intermediária, com 101 peças impactadas, caracterizada por alterações mais distribuídas em relação ao Cenário B;
- Cenário D (Reskin 2): modificação de média a alta complexidade, envolvendo 123 peças, indicando maior abrangência das alterações no processo produtivo;
- Cenário E (Launcher): modificação complexa, com 175 peças impactadas, representando alterações estruturais amplas e elevada abrangência no processo de estamparia.

A caracterização dos cenários de validação foi realizada com base na quantidade de peças impactadas e no nível de complexidade das modificações. A Tabela 1 apresenta a síntese dos cenários considerados neste estudo.

Tabela 1 – Caracterização dos cenários de validação

Cenário	Nível de complexidade	Quantidade de peças impactadas
A	Baixa	5
B	Média	98
C	Média	101
D	Média	123
E	Alta	175

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Observa-se que o aumento da complexidade dos cenários está diretamente associado à quantidade de peças impactadas, refletindo maior abrangência das modificações no processo produtivo. Essa variação permite avaliar o desempenho do sistema em diferentes níveis de exigência, desde análises mais simples até cenários de maior complexidade técnica.

Para cada cenário, foram executadas as seguintes etapas:

1. Cadastro do projeto no sistema;
2. Definição do escopo técnico;
3. Processamento e geração da estimativa de investimento;
4. Comparação com o método tradicional utilizado na empresa.

O processamento das estimativas seguiu a lógica descrita no Capítulo 4, na qual os elementos do escopo técnico são associados a registros históricos de investimento, permitindo a consolidação automatizada dos valores.

Essa abordagem possibilitou não apenas a obtenção das estimativas, mas também a realização de uma análise comparativa entre o método proposto e o processo tradicional, permitindo avaliar ganhos em termos de eficiência, consistência e rastreabilidade.

Destaca-se que a utilização de cenários base contribui para a padronização da análise, reduzindo a influência de variáveis externas e aumentando a consistência dos resultados obtidos.

5.2 Métricas de avaliação

Para permitir uma análise objetiva do desempenho do sistema, foram definidas métricas quantitativas e qualitativas, com o objetivo de comparar os resultados obtidos com aqueles provenientes do método tradicional utilizado na empresa.

As métricas quantitativas consideradas são:

- Tempo de execução: corresponde ao tempo necessário para geração da estimativa de investimento, medido desde a definição do escopo técnico até a obtenção do resultado final;
- Variação percentual: representa a diferença relativa entre os valores estimados pelo sistema e aqueles obtidos pelo método tradicional, permitindo avaliar a aderência entre as abordagens.

As métricas qualitativas consideradas são:

- Rastreabilidade: refere-se à capacidade do sistema de identificar e apresentar, de forma estruturada, os elementos que compõem o custo total, permitindo a análise detalhada dos itens considerados na estimativa;
- Padronização: avalia a consistência dos resultados obtidos a partir de diferentes execuções do sistema, considerando um mesmo conjunto de entradas, reduzindo a dependência de interpretações individuais.

A variação percentual foi calculada conforme a Equação 1:

$$\text{Variação (\%)} = \frac{V_{\text{sistema}} - V_{\text{tradicional}}}{V_{\text{tradicional}}} \times 100 \quad (5.1)$$

onde:

- V_{sistema} corresponde ao valor estimado pelo sistema desenvolvido;
- $V_{\text{tradicional}}$ corresponde ao valor obtido por meio do método tradicional.

Essa métrica permite quantificar o grau de proximidade entre os resultados, sendo valores próximos de zero indicativos de maior aderência entre as abordagens.

Adicionalmente, o tempo de execução foi medido em minutos, permitindo a comparação direta entre os métodos em termos de eficiência operacional.

5.3 Resultados obtidos

A Tabela 2 apresenta a comparação entre o método tradicional e o sistema proposto, considerando as métricas definidas na seção anterior.

Tabela 2 – Comparação entre método tradicional e sistema

Métrica	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D	Cenário E
Tempo (tradicional)*	20 min	240 min	300 min	420 min	600 min
Tempo (sistema)	1 min	4 min	5 min	6 min	8 min
Redução de tempo*	95,0%	98,3%	99,0%	98,6%	98,7%
Valor (sistema)	7,7 MBRL	134,5 MBRL	128,3 MBRL	166,9 MBRL	225,3 MBRL
Variação percentual	+42,6%	+80,5%	+25,3%	+28,0%	+13,4%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Observa-se uma redução significativa no tempo necessário para a geração das estimativas em todos os cenários analisados, com ganhos superiores a 95%. Esse resultado evidencia o impacto direto da automatização do processo na eficiência operacional, reduzindo o tempo de análise de horas para poucos minutos.

A avaliação qualitativa foi conduzida junto à equipe responsável pela análise de investimentos industriais em nível regional, abrangendo operações em toda a América do Sul. Embora o número de usuários envolvidos seja reduzido, trata-se de um grupo altamente especializado, responsável por decisões que envolvem investimentos de elevada magnitude financeira, frequentemente na ordem de milhões de euros.

Em relação aos valores estimados, observa-se a existência de variações relevantes entre os resultados do sistema e aqueles obtidos pelo método tradicional, com diferenças mais acentuadas nos cenários de maior complexidade. Esse comportamento era esperado, uma vez que o sistema desenvolvido utiliza como base dados mais recentes de investimentos e valorizações técnicas fornecidas por especialistas da área de estamparia.

Por outro lado, o método tradicional baseia-se, em grande parte, em referências globais que não são atualizadas com a mesma frequência, em alguns casos há mais de dois anos. Dessa forma, as diferenças observadas refletem não apenas divergências entre métodos, mas também a defasagem dos valores utilizados no processo tradicional.

Nesse contexto, as variações percentuais não devem ser interpretadas exclusivamente como inconsistências, mas como indicativo de atualização e maior aderência do sistema às condições atuais do processo produtivo e do mercado.

Observa-se, ainda, que a variação percentual tende a reduzir à medida que os valores de referência utilizados no método tradicional são atualizados, indicando que o sistema pode contribuir também como ferramenta de suporte à revisão e atualização dessas bases.

Outro aspecto relevante refere-se à rastreabilidade das estimativas. Enquanto o método tradicional apresenta limitações na identificação detalhada dos elementos que compõem o custo, o sistema permite a visualização estruturada de todos os itens considerados no cálculo, possibilitando maior transparência e suporte à análise.

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que o sistema proposto é capaz de

reduzir significativamente o tempo de execução das estimativas, ao mesmo tempo em que incorpora dados mais atualizados e amplia a rastreabilidade das informações, atendendo aos objetivos estabelecidos para este trabalho.

5.4 Avaliação qualitativa com usuários

A avaliação qualitativa do sistema foi realizada com a participação de três usuários com experiência no processo de orçamentação de investimentos industriais, atuantes no contexto analisado.

Os participantes utilizaram o sistema em cenários de teste e, posteriormente, forneceram feedback quanto à usabilidade, clareza das informações e confiabilidade dos resultados.

Os principais aspectos observados foram:

- Facilidade de uso: o sistema foi considerado de fácil utilização, com interface intuitiva e fluxo de operação coerente com o processo de estimativa;
- Compreensão dos custos: os usuários destacaram a melhoria na visualização da composição dos custos, especialmente em função do detalhamento dos elementos considerados nas estimativas;
- Confiança nos resultados: foi observado aumento na confiança das análises, condicionado à qualidade e abrangência dos dados históricos utilizados;
- Preferência de uso: os participantes indicaram preferência pelo uso do sistema em relação ao método tradicional, principalmente devido à maior agilidade e transparência proporcionadas.

De forma geral, os resultados indicam boa aceitação da solução no contexto prático, evidenciando seu potencial de aplicação no ambiente industrial analisado.

5.5 Discussão dos resultados

Os resultados obtidos demonstram ganhos relevantes em diferentes dimensões do processo de orçamentação de investimentos industriais, evidenciando a efetividade da solução proposta.

A redução do tempo de execução, superior a 95% em todos os cenários analisados, evidencia uma melhoria significativa na eficiência operacional, permitindo que análises que anteriormente demandavam horas sejam realizadas em poucos minutos. Esse resultado está diretamente associado à automatização das regras de cálculo e à utilização estruturada dos dados, reduzindo atividades manuais e retrabalhos.

A padronização proporcionada pelo sistema contribui para a redução da variabilidade entre estimativas, promovendo maior consistência nos resultados e diminuindo a dependência de interpretações individuais. Esse aspecto é particularmente relevante em ambientes industriais, nos quais decisões de investimento envolvem múltiplos atores e elevados níveis de complexidade.

A rastreabilidade das informações representa um avanço significativo em relação ao método tradicional, permitindo a identificação detalhada dos elementos que compõem o custo total. Essa característica aumenta a transparência do processo e facilita a justificativa das estimativas, contribuindo para a melhoria da comunicação entre áreas envolvidas na tomada de decisão.

Em relação aos valores estimados, observam-se variações entre os resultados do sistema e aqueles obtidos pelo método tradicional. Essas diferenças estão diretamente relacionadas à base de dados utilizada em cada abordagem. Enquanto o método tradicional se apoia em referências globais que, em alguns casos, não são atualizadas há mais de dois anos, o sistema desenvolvido incorpora dados mais recentes e valorizações técnicas atualizadas.

Dessa forma, as variações identificadas não indicam necessariamente inconsistências do sistema, mas sim uma maior aderência às condições atuais do processo produtivo e aos custos mais recentes observados na prática. Esse resultado evidencia o potencial do sistema não apenas como ferramenta de estimativa, mas também como suporte à atualização e revisão das bases de referência utilizadas pela empresa.

Os resultados da avaliação qualitativa reforçam essas conclusões, indicando que o sistema é percebido pelos usuários como uma ferramenta útil, confiável e mais eficiente em relação ao método tradicional. A aceitação da solução, mesmo em um contexto de equipe reduzida e altamente especializada, sugere sua viabilidade de aplicação prática e potencial de expansão para outros cenários industriais.

Adicionalmente, observa-se que o desempenho do sistema tende a se tornar ainda mais aderente ao longo do tempo, à medida que a base de dados é continuamente atualizada e enriquecida com novos registros de investimento. Esse aspecto reforça o caráter evolutivo da solução proposta.

5.6 Limitações e ameaças à validade

Apesar dos resultados positivos obtidos, algumas limitações e ameaças à validade devem ser consideradas na interpretação dos resultados deste trabalho.

A utilização de dados anonimizados, em função de restrições de confidencialidade, pode impactar a reprodutibilidade dos resultados por outros pesquisadores. No entanto, ressalta-se que os valores foram preservados e que a estrutura e a lógica dos dados foram mantidas, garantindo a representatividade do problema analisado.

Outra limitação refere-se ao escopo do sistema, restrito ao processo de estamparia. Embora

essa delimitação tenha permitido maior profundidade na modelagem e validação, ela limita a generalização dos resultados para outros processos produtivos, podendo exigir adaptações na estrutura de dados e nas regras de cálculo.

Adicionalmente, as métricas adotadas, embora adequadas para a análise comparativa proposta, simplificam determinados aspectos do processo real de estimativa de investimentos, podendo não capturar integralmente toda a complexidade envolvida em cenários industriais mais amplos.

Por fim, a validação do sistema foi realizada com um número limitado de cenários e usuários, o que pode restringir a abrangência dos resultados. Estudos futuros podem ampliar essa validação, incorporando um maior número de casos e diferentes perfis de usuários.

5.7 Considerações finais do capítulo

Os resultados apresentados ao longo deste capítulo demonstram que o sistema desenvolvido constitui uma solução eficaz para o apoio à orçamentação de investimentos industriais no contexto analisado.

Os ganhos observados em termos de eficiência operacional, com reduções significativas no tempo de execução, aliados ao aumento da rastreabilidade e à padronização das estimativas, evidenciam o potencial da utilização de dados estruturados e sistemas computacionais como suporte à tomada de decisão em ambientes industriais.

Em relação aos valores estimados, as variações observadas em comparação ao método tradicional refletem, principalmente, diferenças nas bases de dados utilizadas. Enquanto o método tradicional se apoia em referências globais que podem estar desatualizadas, o sistema desenvolvido incorpora dados mais recentes e valorizações técnicas atualizadas, resultando em estimativas potencialmente mais aderentes à realidade atual.

Nesse contexto, o sistema não apenas reproduz estimativas, mas também contribui para a atualização e aprimoramento das bases de referência utilizadas no processo de orçamentação.

Entretanto, destaca-se que a qualidade dos resultados está diretamente relacionada à qualidade e à disponibilidade dos dados utilizados. Nesse sentido, a manutenção e a atualização contínua da base de dados configuram-se como fatores críticos para a sustentabilidade e evolução da solução proposta.

De forma geral, os resultados obtidos confirmam a viabilidade da abordagem adotada e reforçam a relevância da integração entre dados, modelagem e sistemas computacionais no aprimoramento de processos decisórios no contexto da engenharia industrial.

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de apoio à orçamentação de investimentos industriais, baseado na utilização de dados técnicos e históricos estruturados. A proposta buscou reduzir a dependência de estimativas empíricas, promovendo maior confiabilidade, rastreabilidade e padronização no processo de tomada de decisão.

A partir da análise do contexto industrial e das limitações identificadas no processo tradicional, foi possível estruturar uma solução que integra informações relacionadas a produtos, processos produtivos e investimentos. A modelagem consistente dos dados, aliada à implementação de um sistema em ambiente web, possibilitou a criação de uma ferramenta capaz de automatizar parte das atividades envolvidas na estimativa de investimentos.

Os resultados obtidos demonstraram que o sistema proposto atende aos objetivos estabelecidos, evidenciando ganhos significativos em diferentes dimensões do processo analisado. Destacam-se a melhoria na rastreabilidade das informações, a padronização das estimativas e o aumento da transparência na composição dos custos. Adicionalmente, a automatização das etapas de cálculo contribuiu para a redução expressiva do tempo de execução, aumentando a eficiência operacional.

Em relação aos valores estimados, observou-se a existência de variações em comparação ao método tradicional. Essas diferenças estão diretamente associadas à utilização de bases de dados distintas, sendo o método tradicional fundamentado em referências globais nem sempre atualizadas, enquanto o sistema desenvolvido incorpora dados mais recentes e valorizações técnicas atualizadas. Nesse sentido, o sistema não apenas reproduz estimativas, mas também contribui para a atualização e maior aderência dos valores às condições atuais do processo produtivo.

Do ponto de vista técnico, o desenvolvimento do sistema evidenciou a importância de uma modelagem de dados bem estruturada e da adoção de tecnologias adequadas para a construção de soluções escaláveis e de fácil manutenção. A utilização do framework Django, associada a um banco de dados relacional, permitiu a organização da lógica da aplicação e a integração entre diferentes domínios de informação.

Entretanto, o trabalho apresenta limitações, principalmente relacionadas à dependência da qualidade e da disponibilidade dos dados históricos utilizados. A ausência de informações completas, atualizadas ou representativas pode impactar a precisão das estimativas, evidenciando a necessidade de manutenção contínua e evolução da base de dados.

Como sugestões para trabalhos futuros, destacam-se a ampliação do sistema para contemplar outros processos produtivos além da estamparia, a integração com sistemas corporativos existentes e a incorporação de funcionalidades adicionais, como análises comparativas entre cenários e aplicação de técnicas mais avançadas de análise de dados. Adicionalmente, destaca-se o potencial de utilização do sistema como ferramenta de apoio à revisão e atualização contínua

das bases de referência utilizadas no processo de orçamentação.

De forma geral, conclui-se que a utilização de dados estruturados, aliada ao desenvolvimento de sistemas computacionais, constitui uma abordagem eficaz para o apoio à tomada de decisão em ambientes industriais complexos. A solução proposta contribui para a melhoria da qualidade das estimativas de investimento, redução de incertezas, aumento da transparência e maior aderência dos valores à realidade industrial, atendendo às demandas práticas do contexto analisado e aos objetivos deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BACALHAU, F. A. B. **Modelo de Suporte à Tomada de Decisões Sustentáveis Aplicadas à Indústria Automóvel**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Lisboa, Portugal, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 19.
- BIZINELLI, G. D. S. *et al.* Proposta para sistematizar o fmea com as bases de dados dos processos produtivos. **Inova+ Cadernos de Graduação**, v. 3, n. 2, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- CARVALHO, G. M. A.; SÁ, M. E. d. S. **Desenvolvimento de software para parametrização de módulos automotivos**. 2024. Trabalho acadêmico. Disponível em: <<https://repositorio.aedb.br/jspui/handle/123456789/176>>. Citado na página 22.
- COELHO, T. F. d. B. *et al.* **Otimização do sequenciamento de manutenção na indústria automotiva**. 2026. Trabalho acadêmico. Disponível em: <<http://monografias.ufop.br/handle/35400000/8903>>. Citado na página 19.
- ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Fundamentals of Database Systems**. 7. ed. [S.l.]: Pearson, 2016. Citado 4 vezes nas páginas 14, 18, 19 e 27.
- FAGUNDES, E. C. *et al.* Proposta para otimizar o gerenciamento, rastreabilidade e controle de embalagens internas. **Inova+ Cadernos de Graduação**, v. 3, n. 1, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- FENG, S.; ZHANG, Y.; GAO, L. A knowledge-based system for cost estimation in manufacturing. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 77, n. 5-8, p. 1097–1108, 2015. Citado na página 23.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. Citado na página 26.
- HUMPHREYS, K. K. **Project and Cost Engineers' Handbook**. [S.l.]: Marcel Dekker, 2005. Citado na página 13.
- MARTINS, I. V. **Reorganização operacional de uma unidade industrial de componentes automóvel**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Católica Portuguesa, 2023. Citado na página 18.
- MARTINS, V. H. S. *et al.* Características do orçamento em uma empresa de autopeças. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 19, p. 1–20, 2024. Citado na página 13.
- MEREDITH, J. R.; MANTEL, S. J. **Project Management: A Managerial Approach**. 8. ed. [S.l.]: Wiley, 2012. Citado na página 17.
- NIAZI, A.; DAI, J.; BALABANI, S.; SENEVIRATNE, L. Product cost estimation: Technique classification and methodology review. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, v. 128, n. 2, p. 563–575, 2006. Citado na página 23.
- NOGUEIRA, N. d. B. *et al.* Planejamento, programação e controle da produção na indústria. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 6, p. 8647–8670, 2023. Citado na página 13.
- NORDIN, A.; WIKNER, J.; JOHANSSON, P. Cost estimation methods in manufacturing systems. **International Journal of Production Economics**, 2016. Citado na página 13.

- OLIVEIRA, A. S. C. d. **Acompanhamento do planejamento estratégico baseado em processos**. 2025. Trabalho acadêmico. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/bitstreams/efc5a5ae-0351-4c8e-b963-de7b71281f14/download>>. Citado na página 21.
- PARK, C. S. **Contemporary Engineering Economics**. [S.l.]: Pearson, 2011. Citado na página 13.
- PEREIRA, T. F. D. M. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão Para a Configuração de um Supermercado Numa Empresa de Componentes Para a Indústria Automóvel**. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Minho, Portugal, 2024. Citado na página 17.
- POWER, D. J. **Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers**. [S.l.]: Quorum Books, 2002. Citado na página 23.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. d. **Metodologia do trabalho científico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Citado na página 26.
- Project Management Institute. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**. 7. ed. [S.l.]: PMI, 2021. Citado na página 18.
- SANTIAGO, C. J. *et al.* Priorizando a sustentabilidade para aumentar a transferência de tecnologia nas indústrias automotivas por meio de uma abordagem de decisão de multicritério. 2023. Citado 3 vezes nas páginas 17, 19 e 20.
- SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Business Intelligence, Analytics, and Data Science**. 4. ed. [S.l.]: Pearson, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 28.
- SHIMIZU, C. F. *et al.* Aplicação de governança de dados em solução de software. **Conhecimento Interativo**, v. 17, n. 2, p. 211–244, 2024. Citado na página 22.
- SOARES, K. H. D. S. *et al.* Análise de perdas da linha de montagem em uma indústria automotiva. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 9, n. 1, p. 79–85, 2024. Citado na página 19.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 10. ed. [S.l.]: Pearson, 2019. Citado 3 vezes nas páginas 14, 21 e 26.
- SPRAGUE, R. H.; CARLSON, E. D. **Building Effective Decision Support Systems**. [S.l.]: Prentice-Hall, 1982. Citado na página 19.
- TURBAN, E.; SHARDA, R.; DELEN, D. **Decision Support and Business Intelligence Systems**. [S.l.]: Pearson, 2014. Citado 4 vezes nas páginas 14, 20, 23 e 28.
- VALENTE, M. T. **Engenharia de Software Moderna**. [S.l.]: UFMG, 2022. Citado 4 vezes nas páginas 21, 22, 26 e 27.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2014. Citado na página 26.
- WELO, T.; RINGEN, G. Cost estimation in early product development. **Procedia CIRP**, v. 50, p. 61–66, 2016. Citado na página 23.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine That Changed the World**. New York: Rawson Associates, 1990. Citado na página 13.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 26, 27 e 28.

ZHANG, W.; CHEN, L.; XU, X. Design and implementation of web-based decision support systems. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 9, p. 1–12, 2018. Citado na página 23.

APÊNDICE A – REPOSITÓRIO DO SISTEMA

Este apêndice apresenta o repositório contendo o código-fonte do sistema desenvolvido neste trabalho. O objetivo é permitir a rastreabilidade da implementação e possibilitar a reprodução da solução proposta.

O código completo está disponível no link: <https://gitlab.betim.ifmg.edu.br/0039109/tcc_django>

O repositório contém os seguintes elementos principais:

- Código-fonte da aplicação desenvolvida em Django;
- Estrutura do banco de dados;
- Scripts auxiliares;
- Arquivos de configuração do ambiente.

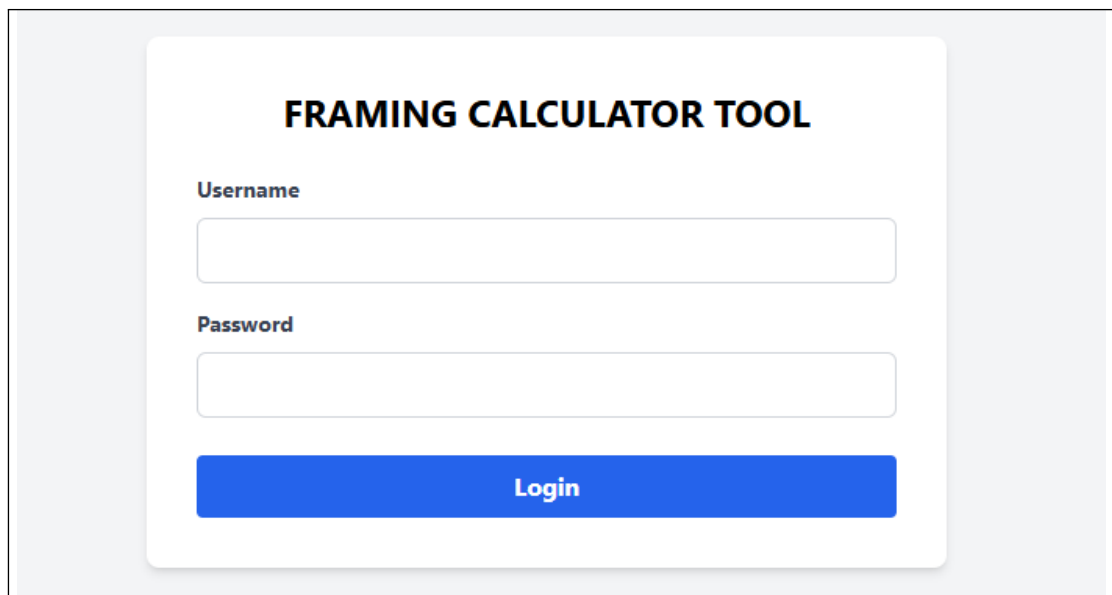
Para execução do sistema, recomenda-se a utilização do ambiente descrito ao longo do trabalho, incluindo Python, Django e SQLite.

APÊNDICE B – INTERFACES DO SISTEMA

Este apêndice apresenta as principais interfaces do sistema desenvolvido, com o objetivo de complementar a descrição das funcionalidades apresentadas no Capítulo 4. As telas ilustram aspectos operacionais da aplicação, incluindo gerenciamento de dados, configuração de parâmetros e navegação entre as funcionalidades.

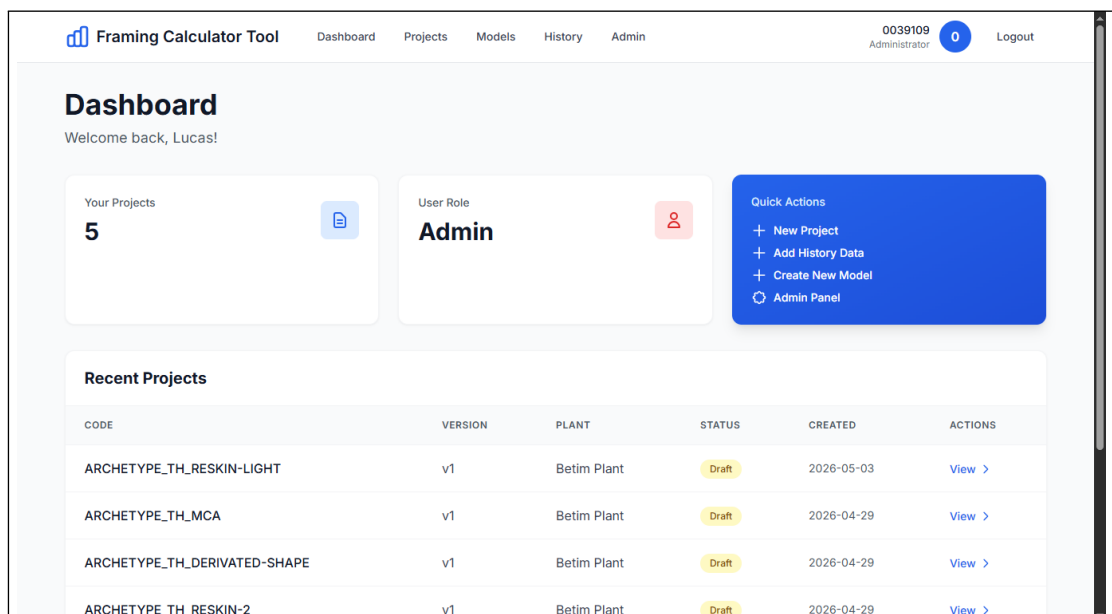
As interfaces foram desenvolvidas com foco na usabilidade e organização das informações, permitindo ao usuário interagir com o sistema de forma estruturada e intuitiva.

Figura 6 – Interface de login



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

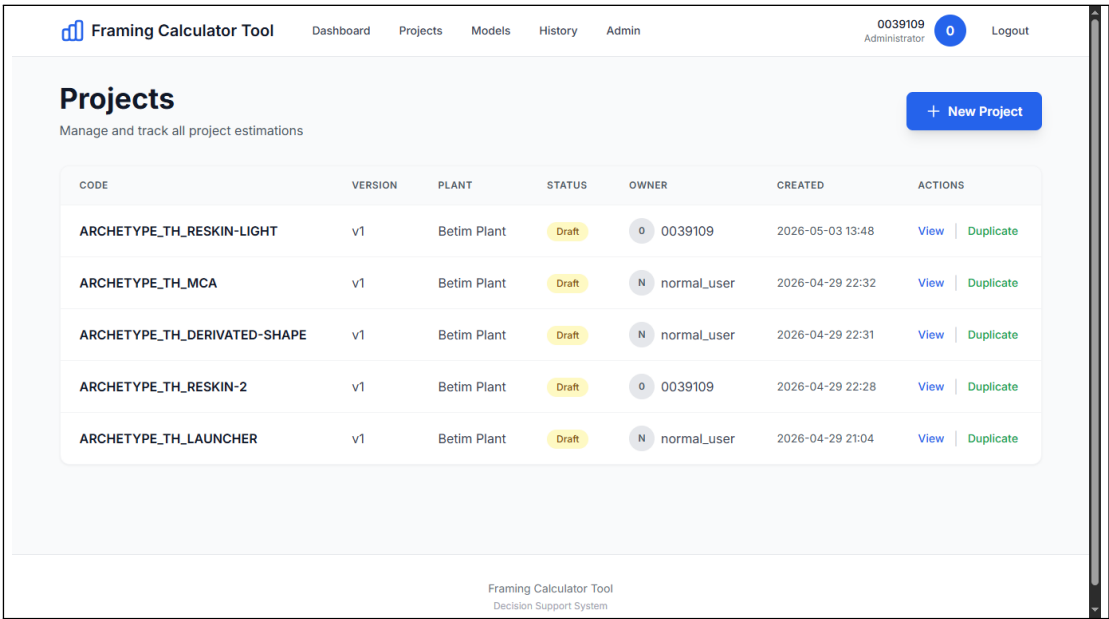
Figura 7 – Interface inicial do sistema (Dashboard)



CODE	VERSION	PLANT	STATUS	CREATED	ACTIONS
ARCHETYPE_TH_RESKIN-LIGHT	v1	Betim Plant	Draft	2026-05-03	View >
ARCHETYPE_TH_MCA	v1	Betim Plant	Draft	2026-04-29	View >
ARCHETYPE_TH_DERIVATED-SHAPE	v1	Betim Plant	Draft	2026-04-29	View >
ARCHETYPE_TH_RESKIN-2	v1	Betim Plant	Draft	2026-04-29	View >

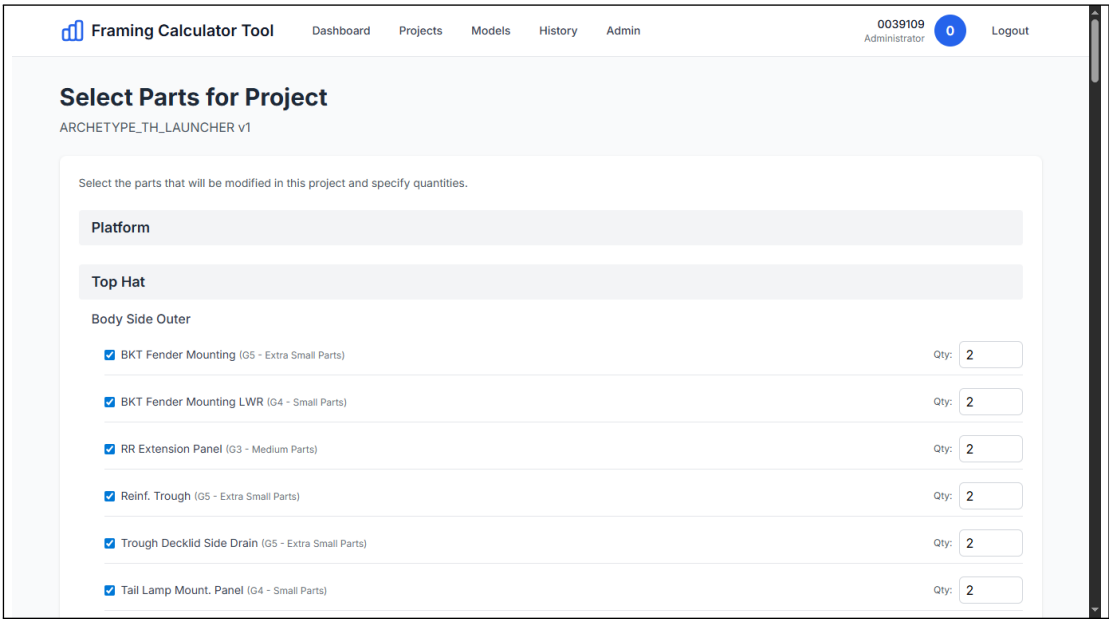
Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 8 – Interface de criação e seleção de projetos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 9 – Interface de configuração do escopo técnico do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 10 – Interface de gerenciamento de modelos de veículos

Framing Calculator Tool

DashboardProjectsModelsHistoryAdmin

0039109
Administrator0Logout

Vehicle Models

+ New Model

Name	Code	Brand	Type	Segment	Status	Actions
Eco Hatch	516	Premium Motors	Hatch	B-Segment (Small)	Active	Edit
Urban SUV	J3U	Premium Motors	SUV	C-Segment (Medium)	Active	Edit
Family Wagon	J1U	Premium Motors	Wagon	B-Segment (Small)	Active	Edit

Framing Calculator Tool
Decision Support System

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 11 – Interface de visualização dos dados históricos de investimento

Framing Calculator Tool

DashboardProjectsModelsHistoryAdmin

0039109
Administrator0Logout

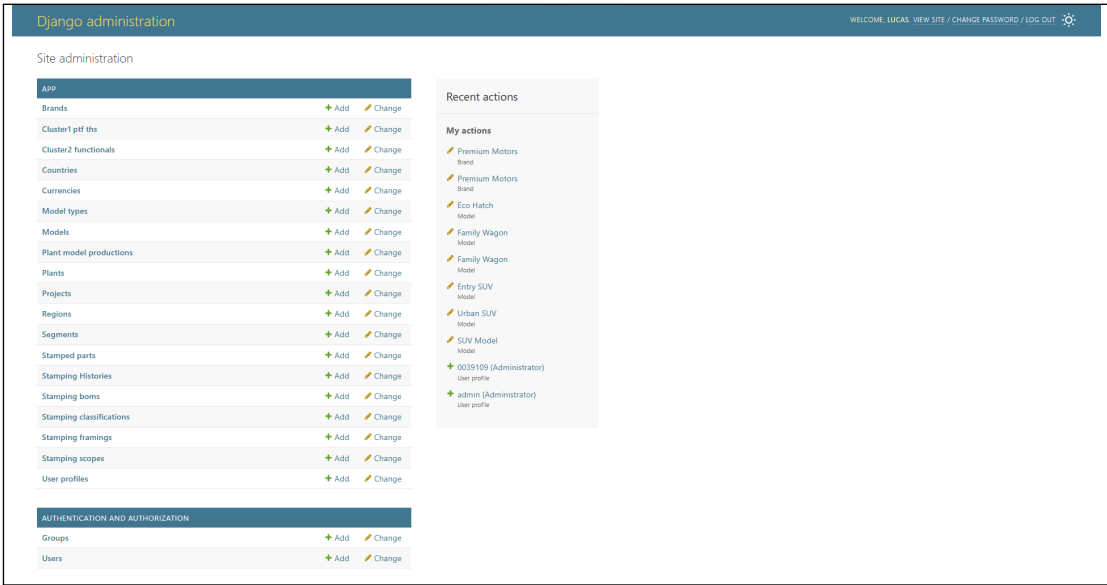
Stamping History

+ Add History

Date	Model	Part	Event Type	Value	Currency	Document	Actions
2026-04-29	Eco Hatch	Hood Hinge Reinf.	Estimate	315,000.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	Hood Inner Panel	Estimate	3,338,500.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	Hood Outer Panel	Estimate	3,338,500.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	Fender Outer Panel	Estimate	4,066,000.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	Mounting Bracket	Estimate	392,000.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	LWR BKT Run Channel	Estimate	237,500.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	FRT Door Side Impact Beam	Estimate	787,000.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	FRT Door Inner Panel	Estimate	3,356,000.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	FRT Door Latch Reinf.	Estimate	404,000.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	FRT Door Outer Panel	Estimate	1,810,250.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	FRT Door Hinge Reinf.	Estimate	344,500.00	BRL	Previous Database	Edit
2026-04-29	Eco Hatch	FRT Door Belt Reinf.	Estimate	817,000.00	BRL	Previous Database	Edit

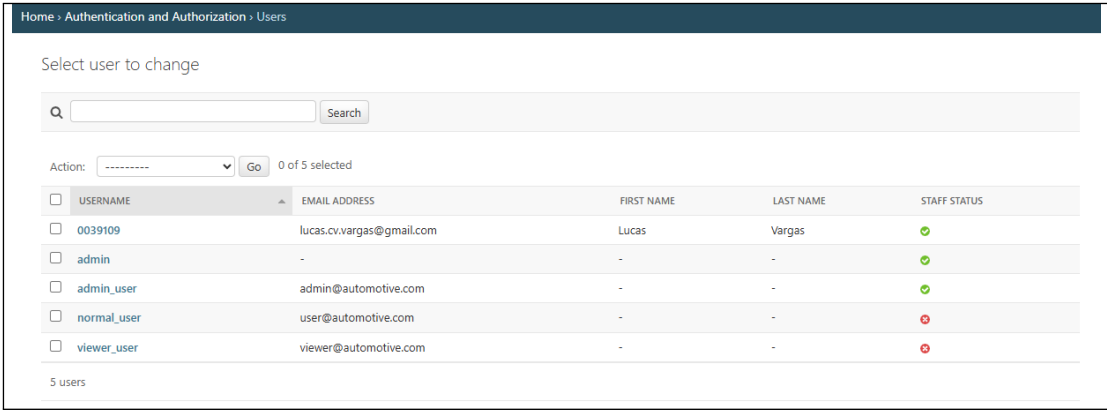
Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 12 – Interface administrativa do sistema para gerenciamento de dados



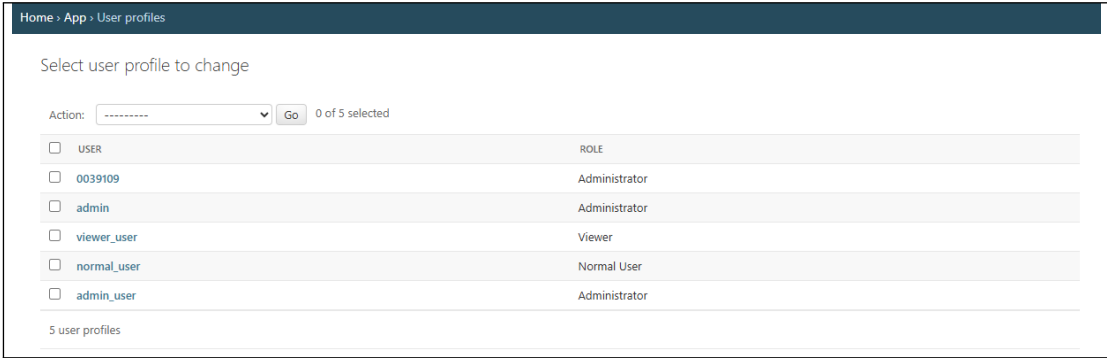
Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 13 – Interface de gerenciamento de usuários do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 14 – Interface de gerenciamento de cargos dos usuários



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.