

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GUILHERME SABBADIN DE PAULA

**COTAÇÃO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE COMPARATIVA
ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL E SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Jataí

2026



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho apresentado em evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome completo do autor: Guilherme Sabbadin de Paula

Matrícula: 20211020260277

Título do trabalho: Análise comparativa da eficiência no processo de cotação de materiais de construção civil: avaliação entre o método tradicional e sistemas automatizados com integração de inteligência artificial.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

☐ O documento está sujeito a registro de patente.

☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.

☐ Outra justificativa: _____.

Declaração de distribuição não-exclusiva

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para

conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí, Goiás, 02/ 06 /2026.

Local

Data

(Assinado Eletronicamente)

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Documento assinado eletronicamente por:

- **Guilherme Sabbadin de Paula, 20211020260277 - Discente**, em 11/06/2026 18:20:05.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/06/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 782513

Código de Autenticação: 867cea915c



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9580 (ramal: 9580)

GUILHERME SABBADIN DE PAULA

**COTAÇÃO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE COMPARATIVA
ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL E SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Trabalho apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Wanderlúbio Barbosa Gentil

Coorientador(a): Janekelly Vilela Santos

Jataí

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Paula, Guilherme Sabbadin de.

Análise comparativa da eficiência no processo de cotação de materiais de construção civil: avaliação entre o método tradicional e sistemas automatizados com integração de inteligência artificial [manuscrito] / Guilherme Sabbadin de Paula. - Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2026.

/x; 60 f.; il.

Orientador(a): Prof. Dr. Wanderlúbio Barbosa Gentil.

Coorientador(a): Profa. Me. Janekelly Vilela Santos.

Inclui referências e apêndices.

1. Construção civil. 2. Cadeia de suprimentos. 3. Orçamentação. 4. Inteligência artificial. 4. Automação. I. Gentil, Wanderlúbio Barbosa. II. Santos, Janekelly Vilela. III. IFG, Câmpus Jataí. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária – Rosy Cristina Oliveira Barbosa Sabino – CRB 1/2380 – Campus Jataí. Cód. F045/2026-1



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

GUILHERME SABBADIN DE PAULA

ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA NO PROCESSO DE COTAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL E SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Monografia defendida e aprovada, em 01 de junho de 2026, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wanderlúbio Barbosa Gentil

Presidente da banca / Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profa. Me. Janekelly Vilela Santos

Coorientadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Junior

Membro interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profa. Me. Isabella Christine de Paula Santos

Membro externo
Universidade de Rio Verde - UniRV

Jataí – GO

2026

Documento assinado eletronicamente por:

- Ronan de Oliveira Lopes Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/06/2026 17:21:23.
- Janekelly Vilela Santos, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 26/06/2026 15:02:38.
- Isabella Christine de Paula Santos, Isabella Christine de Paula Santos - 234310 - Professor de engenharia - Universidade de Rio Verde (01815216000178), em 26/06/2026 07:48:56.
- Wanderlubio Barbosa Gentil, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/06/2026 20:35:17.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/06/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 782514

Código de Autenticação: aed2dbb0a2



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9580 (ramal: 9580)

GUILHERME SABBADIN DE PAULA

**COTAÇÃO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE COMPARATIVA
ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL E SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Monografia defendida, em 01 de maio de 2026, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Janekelly Vilela Santos
Presidente da banca/Coorientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Especialista, Ronan de Oliveira Lopes Junior
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profª Mestra Isabella Christine de Paula Santos
Membro Externo
Universidade de Rio Verde

Jataí

2026

RESUMO

A gestão da cadeia de suprimentos na construção civil, especificamente na cotação de materiais, é historicamente marcada por rotinas analógicas e dependentes de intenso esforço humano. Este trabalho avalia quantitativamente a eficiência do processo de cotação no setor privado, propondo uma solução tecnológica integrada à inteligência artificial generativa. A pesquisa é aplicada e experimental, fundamentada na *Design Science Research* (DSR), utilizando uma amostra de dezesseis fornecedores regionais e uma lista padronizada de cinquenta insumos. Para a validação do artefato, realizou-se um confronto direto entre as métricas operacionais do trâmite manual convencional e o desempenho do sistema automatizado desenvolvido. Os resultados demonstraram que o fluxo manual apresenta uma taxa de atrito de 25%, tempo médio de resposta superior a seis horas e necessidade de 3,3 horas de esforço ativo para a tabulação de dados, a qual gerou inconsistências técnicas em todas as propostas válidas recebidas. Em contrapartida, o sistema automatizado executou o cruzamento matricial de informações de forma paralela em apenas sete segundos, garantindo aderência técnica absoluta com zero por cento de omissões ou desvios de especificação. A avaliação de usabilidade indicou curva de aprendizado mínima e expressiva percepção de valor prático, atingindo um *Net Promoter Score* (NPS) de 96, posicionado na zona de excelência de mercado. Conclui-se que a transição digital no setor de suprimentos otimiza o tempo de planejamento pré-executivo, de execução ativa de obras e mitiga os custos invisíveis do retrabalho burocrático, transformando dados desestruturados em decisões estratégicas instantâneas.

Palavras-chave: Construção civil. Cadeia de suprimentos. Orçamentação. Inteligência artificial. Automação.

ABSTRACT

Supply chain management in civil engineering, specifically in material quoting, is historically marked by analog routines and heavy human effort. This study quantitatively evaluates the efficiency of the quoting process in the private sector, proposing a technological solution integrated with generative artificial intelligence. The research is applied and experimental, grounded in Design Science Research (DSR), using a sample of sixteen regional suppliers and a standardized list of fifty materials. For the validation of the artifact, a direct comparison was made between the operational metrics of the conventional manual process and the performance of the developed automated system. Results demonstrated that the manual workflow presents a 25% attrition rate, an average response time of over six hours, and requires 3.3 hours of active effort for data tabulation, which generated technical inconsistencies in all valid proposals received. Conversely, the automated system executed the matrix data crossing in parallel in just seven seconds, ensuring absolute technical adherence with zero percent omissions or specification deviations. The usability evaluation indicated a minimal learning curve and significant perception of practical value, achieving a Net Promoter Score (NPS) of 96, positioned in the market excellence zone. In conclusion, the digital transition in the procurement sector optimizes pre-executive planning time and mitigates the invisible costs of bureaucratic rework, converting unstructured data into instantaneous strategic decisions.

Keywords: Civil Engineering. Supply Chain. Budgeting. Artificial Intelligence. Automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Total de novas vagas criadas em 2024 no setor da construção civil	17
Figura 2 - Principais tecnologias utilizadas na construção civil	18
Figura 4 – O processo de decisão da Inteligência Artificial na Cadeia de Suprimentos.	23
Figura 5 - Representação gráfica da taxa de não-resposta	34
Figura 6 - Representação gráfica do tempo de processamento (esforço)	35
Figura 7 - Demonstrativo da discrepância temporal de forma visual e gráfica	37
Figura 8 - Representação gráfica do formato de recebimento dos arquivos das cotações	38
Figura 9 - Perfil dos usuários entrevistados	43
Figura 10 - Radar da escala likert sobre usabilidade	43
Figura 11 - Resultado de pesquisa NPS	45
Figura A.1 – Lista padronizada dos 50 materiais utilizados nas cotações, separados por categoria, especificação e quantidade.	52
Figura A.2 – Lista padronizada dos 50 materiais utilizados nas cotações, separados por categoria, especificação e quantidade.	53
Figura A.3 – Lista padronizada dos 50 materiais utilizados nas cotações, separados por categoria, especificação e quantidade.	53
Figura B.1 - Recorte visual da estruturação do banco de dados no Google Planilhas	54
Figura C.1 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.	55
Figura C.2 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.	56
Figura C.3 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.	57
Figura C.4 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.	58
Figura C.5 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Correlação entre os problemas do método de cotação tradicional e seus impactos operacionais no setor privado.	13
Tabela 2 - Operacionalização das métricas de avaliação e parâmetros de análise comparativa.	31
Tabela 3 - Quadro comparativo de eficiência entre os métodos de cotação	36
Tabela 4 - Comparativo financeiro do custo indireto de orçamentação baseado no esforço técnico.	40
Tabela 5 - Quadro síntese com as principais citações qualitativas dos usuários.	46
Tabela 6 - Quadro síntese com as principais recomendações dos usuários para futuras melhorias do sistema.	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Interface de Programação de Aplicações
BIM	Modelagem da Informação da Construção
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CSV	Valores separados por vírgula
FGV IBRE	Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas
IA	Inteligência Artificial
IHC	Interação Humano-Computador
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NPS	<i>Net Promoter Score</i>
PIB	Produto Interno Bruto
RPA	Automação Robótica de Processos (<i>Robotic Process Automation</i>)
SCM	Gestão da cadeia de suprimentos (<i>Supply Chain Management</i>)
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO 2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	PANORAMA DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A NECESSIDADE DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL	18
2.2	CADEIA DE SUPRIMENTOS	19
2.3	PROCESSO DE COMPRAS	20
2.4	AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS	21
2.4.1	Definição de RPA	22
2.5	DIGITALIZAÇÃO DO PROCESSO DE COMPRAS	23
CAPÍTULO 3	METODOLOGIA	26
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	26
3.2	ÁREA DE ESTUDO E DEFINIÇÃO DA AMOSTRA	27
3.3	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS: MÉTODO TRADICIONAL	28
3.4	TRATAMENTO DE DADOS E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTOMATIZADO	30
3.5	MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA	31
3.6	PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E ACEITAÇÃO	33
CAPÍTULO 4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TEMPORAL NO PROCESSO TRADICIONAL E AUTOMATIZADO	34
4.1.1	Desempenho temporal no método tradicional	34
4.1.2	Desempenho temporal no método automatizado	36
4.1.3	Confronto e discussão da eficiência temporal	37
4.2	QUALIDADE DAS INFORMAÇÕES E INCONSISTÊNCIAS OPERACIONAIS	38
4.2.1	Confiabilidade e despadronização no método tradicional	39
4.3	DESEMPENHO FINANCEIRO E IMPACTO NO CUSTO OPERACIONAL	40

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIABILIDADE E ESCALA DO MODELO	42
4.5 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E ACEITAÇÃO DE MERCADO	43
4.6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	49
4.7 APRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS SUPLEMENTARES E DOCUMENTAÇÃO VISUAL	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICE A – LISTA PADRONIZADA DE MATERIAIS	53
APÊNDICE B - MOSTRA DO BANCO DE DADOS FEITO NO GOOGLE PLANILHAS	55
APÊNDICE C - INTERFACE DO PROTÓTIPO DE COTAÇÃO AUTOMATIZADA	56

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil ocupa posição estratégica no desenvolvimento socioeconômico brasileiro, respondendo por aproximadamente 3,3% do Produto Interno Bruto nacional (PIB) em 2022 (IBGE, 2023). Trata-se de um segmento intensivo em mão de obra e com significativa influência sobre cadeias produtivas correlatas, como a indústria de materiais e de serviços especializados. Apesar dessa relevância, o setor apresenta baixo dinamismo tecnológico quando comparado a outros segmentos econômicos. Estudo conduzido pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas demonstrou que, entre 1995 e 2022, a produtividade da construção civil brasileira registrou queda média anual de cerca de 0,5%, acumulando perda considerável de competitividade ao longo de quase três décadas (FGV IBRE, 2023).

Esse quadro está diretamente associado à permanência de processos operacionais manuais e fragmentados, nos quais o fluxo de informação não é padronizado e apresenta baixa rastreabilidade. Dentro da cadeia de suprimentos do setor, o processo de cotação de materiais consiste na prospecção, levantamento e análise de preços, prazos de entrega e condições comerciais junto a fornecedores para uma lista específica de insumos. Esta atividade localiza-se de forma crítica na etapa de planejamento e orçamentação (o período pré-executivo da obra), servindo de base para a composição dos custos diretos do empreendimento, além de se repetir ao longo de toda a execução física das obras. A importância desse processo reside no fato de que os materiais de construção representam, historicamente, a maior parcela dos custos diretos de uma obra (frequentemente variando entre 50% e 60% do valor total). Portanto, a cotação é o driver fundamental para garantir a viabilidade econômico-financeira dos projetos, mitigar riscos de estouros orçamentários e assegurar a competitividade das empresas no mercado. Um dos exemplos mais evidentes é o processo tradicional de cotação de materiais, realizado majoritariamente por via telefônica ou por aplicativos de mensagens, sem organização estruturada das informações comerciais, sem padronização das descrições dos insumos e frequentemente com divergências entre unidades de medida e prazos de fornecimento. Como resultado, a etapa de orçamento torna-se lenta, suscetível a erros humanos e dependente de grande esforço para interpretação e comparação das cotações obtidas.

Em contraposição a esse modelo, observa-se um movimento crescente de digitalização na gestão de suprimentos da construção civil. Tecnologias de automação, integração de dados e inteligência artificial (IA) vêm sendo gradualmente incorporadas em empresas com maior maturidade digital. Entretanto, de acordo com diagnóstico nacional recente, apenas cerca de 9% das empresas brasileiras do setor utilizam soluções tecnológicas avançadas capazes de integrar informações comerciais e apoiar a tomada de decisão (CBIC, 2021). Essa lacuna tecnológica representa um desafio estratégico para o setor, mas também uma oportunidade para propostas que melhorem a eficiência operacional e reduzam ineficiências tradicionais.

Nesse contexto, torna-se pertinente avaliar objetivamente os benefícios da adoção de sistemas automatizados com inteligência artificial aplicados ao processo de cotação de materiais.

Cabe ressaltar que o escopo desta pesquisa delimita-se estritamente às operações de suprimentos do setor privado e comercial. O modelo tradicional aqui analisado é caracterizado pela cotação direta com fornecedores varejistas e atacadistas difere substancialmente das aquisições realizadas por órgãos públicos. Obras públicas estão sujeitas a legislações específicas, como a Lei nº 14.133/2021 que rege os parâmetros a serem seguidos para a realização de processos licitatórios e exige a adoção de métodos próprios para obtenção de preços, tais como o uso de tabelas referenciais de custos governamentais, o que inviabilizaria a aplicação direta da metodologia comercial proposta neste estudo, podendo este ser tema de novas pesquisas científicas que promovam o aprimoramento da ferramenta desenvolvida.

Assim, este estudo contribui para as discussões relacionadas à transformação digital da construção civil no Brasil, ao demonstrar empiricamente como a modernização tecnológica pode otimizar processos de suprimentos, elevar o nível de competitividade e apoiar a transição do setor para modelos produtivos orientados por dados que garanta uma maior eficiência e produtividade.

1.1 JUSTIFICATIVA

A cotação de materiais é uma atividade decisiva para o planejamento e o controle de custos em obras de construção civil. No contexto do setor privado (cujo público-alvo engloba construtoras de pequeno e médio porte, engenheiros autônomos e orçamentistas), a gestão de suprimentos segue uma dinâmica de livre mercado, exigindo agilidade técnica para manter a margem de lucro e cumprir os cronogramas acordados com os clientes. A importância estrutural desse processo torna-se evidente ao analisar a composição dos custos: em uma obra típica, os materiais de construção chegam a representar cerca de 60% do custo total do empreendimento, enquanto a mão de obra ocupa os 40% restantes. Sendo assim, o orçamento é o principal fator de impacto na saúde financeira da obra; comprar mal, prospectar poucas lojas ou atrasar a chegada de insumos significa onerar diretamente a maior fatia financeira do projeto.

Apesar dessa relevância, o setor da construção civil convive historicamente com deficiências crônicas de gestão e perda de produtividade. Um estudo da consultoria McKinsey & Company, intitulado "*Capital investment is about to surge: Are your operations ready?*", revelou que a indústria da construção civil sofre sistemicamente com atrasos e desperdícios. Grandes projetos chegam a apresentar custos médios 79% acima do orçamento original e prazos cerca de 52% maiores do que o previsto. Essa ineficiência corrobora com a perda de produtividade observada no setor ao longo das últimas décadas, reforçando a necessidade de revisão dos métodos tradicionalmente adotados, onde uma pequena variação de preços ou prazos pode impactar significativamente a viabilidade técnica e econômica de um empreendimento (FGV IBRE, 2023). Ainda que parte desses dados englobe obras de maior porte, a lógica das ineficiências reflete perfeitamente a realidade diária das obras privadas menores, onde o atraso na tomada de decisão orçamentária gera um efeito cascata que paralisa o canteiro e corrói a lucratividade.

Na prática operacional dessas empresas, a predominância de processos manuais, baseados em comunicação fragmentada e ausência de padronização das informações, agrava fortemente esses índices de ineficiência. O fluxo inicia-se com o recebimento da demanda, quando o setor de compras recebe a lista de insumos gerada pelo mestre de obras ou extraída dos quantitativos elaborados pelo projetista. Em seguida, o orçamentista entra em contato com uma média de três a cinco fornecedores, frequentemente por via telefônica ou por aplicativos

de mensagens instantâneas. A partir desse momento, o comprador entra em um longo período de espera passiva, seguido de uma tabulação manual complexa para consolidar os dados, comparar ofertas e buscar a aprovação do cliente. Esse ciclo analógico demanda, em média, cerca de 7 horas de esforço apenas para o fechamento de um orçamento. Ao longo dessa etapa, manifestam-se os principais gargalos: a extrema lentidão na devolutiva dos lojistas, a total despadronização dos formatos das propostas (envio de fotos e PDFs estáticos) e a substituição arbitrária de especificações técnicas pelos vendedores.

Para evidenciar como a deficiência no processo de orçamentação e cotação reverbera diretamente nos indicadores das construtoras privadas, a tabela 1 esquematiza a correlação entre os gargalos do método tradicional e seus respectivos impactos de custo e tempo.

Tabela 1 – Correlação entre os problemas do método de cotação tradicional e seus impactos operacionais no setor privado.

Problemas do processo tradicional (a causa)	Impacto no tempo da obra	Impacto no custo da obra
Comunicação fragmentada e espera passiva	Ociosidade do orçamentista/responsável pelo setor de compras (média de 5 a 7 horas pelo retorno de todos os lojistas) atraso no início das atividades no canteiro	Custo invisível da hora de trabalho do engenheiro, gasto em tarefas braçais de cobrança de vendedores
Tabulação manual em planilhas ou outro tipo de modelo de texto	Lentidão para cruzar dados e apresentar a viabilidade final ao cliente	Erros humanos de digitação que podem subestimar o valor da compra, gerando prejuízo à margem da construtora
Desvios de especificação técnica	Retrabalho logístico para devolver materiais incorretos ou renegociar o pedido	Risco de adquirir produtos fora da norma que demandarão substituição e fretes adicionais
Baixa capacidade de prospecção	Impossibilidade de o fator humano cotar dezenas de lojas simultaneamente em tempo hábil	Omissão de cenários de compras mais baratas, obrigando o cliente a pagar mais caro por falta de pesquisa de mercado

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Além dos problemas operacionais intrínsecos expostos na tabela, o cenário atual de baixa digitalização do setor brasileiro agrava o panorama. Um diagnóstico nacional indica que apenas cerca de 9% das empresas da indústria da construção utilizam tecnologias avançadas de integração informacional (CBIC, 2021). Esse dado demonstra que práticas rotineiras carecem de modernização urgente. Nesse contexto, a introdução de soluções baseadas em inteligência artificial apresenta um enorme potencial para reduzir o tempo operacional, diminuir as inconsistências e proporcionar maior transparência na tomada de decisão, contribuindo decisivamente para o fortalecimento da competitividade das construtoras.

A pesquisa proposta justifica-se, portanto, pela necessidade de avaliar, com base empírica, se a automação inteligente orientada pode superar as limitações inerentes ao modelo manual vigente, oferecendo um processo mais ágil, seguro e eficiente. A construção de um banco de dados estruturado e o uso de um sistema de inteligência artificial para replicar cotações reais permitirão mensurar o ganho de desempenho e comprovar o valor agregado de tecnologias emergentes aplicadas à gestão de suprimentos. Dessa forma, o estudo atua diretamente sobre os problemas listados na tabela 1, substituindo o trâmite analógico por um cruzamento de dados em tempo real. O trabalho mostra-se altamente relevante para a Engenharia Civil ao contribuir com evidências práticas sobre transformação digital e otimização de processos críticos, alinhando-se às demandas contemporâneas por inovação, produtividade e rentabilidade das obras do setor privado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar quantitativamente a eficiência do processo de cotação de materiais na construção civil voltado ao setor privado, comparando o método tradicional manual com um sistema automatizado apoiado por banco de dados e inteligência artificial.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar dados de orçamentos reais no mercado da construção civil regional para compor a amostragem e a base comparativa da pesquisa;
- Desenvolver um banco de dados estruturado de insumos e integrá-lo a uma aplicação de inteligência artificial voltada à geração automatizada de orçamentos para o setor privado;
- Comparar o desempenho dos dois métodos a partir de indicadores de tempo de processamento, taxa de resposta efetiva e consistência das informações obtidas;
- Identificar as limitações operacionais e analisar a viabilidade de adoção dessas tecnologias na realidade de pequenas e médias empresas do setor.

CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA

A transformação digital tem promovido mudanças estruturais em diversos setores econômicos, sobretudo naqueles que dependem intensivamente de fluxo de informação para a tomada de decisão, cenário em que a disponibilidade de dados e o poder computacional revelam novos potenciais (Rolf *et al.*, 2023). A construção civil, embora apresente relevância econômica e alto impacto socioambiental, historicamente conviveu com métodos construtivos tradicionais e, no cenário contemporâneo, atravessa uma revolução impulsionada pela necessidade de modernização de seus processos gerenciais e produtivos (Dias, Santos e Diniz, 2024).

Os autores ressaltam ainda que o entendimento profundo do estado atual das tecnologias no setor, das barreiras operacionais e das oportunidades oferecidas por ferramentas de automação torna-se fundamental. A compreensão de como essas ferramentas estão sendo integradas é crucial para transformar a maneira como os profissionais abordam desafios complexos e dispendiosos que comprometem os prazos de execução e principalmente de planejamento, enquadrando o problema de pesquisa deste trabalho e justificando o desenvolvimento de soluções inovadoras voltadas ao processo de suprimentos.

Dessa forma, este capítulo tem como objetivo apresentar o conjunto de bases teóricas que fundamentam o estudo. Inicialmente, discute-se o panorama tecnológico que caracteriza a construção civil, considerando a necessidade de adaptação em ambientes incertos para garantir a continuidade dos negócios (Rolf *et al.*, 2023). Em seguida, são analisadas as limitações do método convencional de cotação de materiais, destacando os gargalos informacionais que geram ineficiência. Na sequência, são abordados os conceitos de bancos de dados estruturados, enfatizando sua relevância para a padronização das informações comerciais. Por fim, são exploradas aplicações de inteligência artificial na gestão de suprimentos, sustentando a hipótese de que a automação pode gerar ganhos técnicos mensuráveis, como a maximização de valor e a redução de custos operacionais (Rolf *et al.*, 2023), em comparação ao modelo manual predominante.

Com esse arcabouço teórico, estabelece-se o suporte científico necessário para a análise comparativa proposta, garantindo coerência conceitual entre o problema apresentado, a metodologia adotada e a interpretação dos resultados obtidos.

2.1 PANORAMA DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A NECESSIDADE DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Setor de relevância sistêmica, a construção civil brasileira destaca-se pela expressiva participação no Produto Interno Bruto (PIB) e pelo efeito multiplicador na cadeia de empregos. Dados do (IBGE, 2024) indicam que o segmento expandiu 4,3%, ancorado em políticas habitacionais e no fortalecimento do emprego formal. A figura 1 ilustra de forma gráfica a quantidade de novas vagas de emprego criadas no ano de 2024 segundo o Novo CAGED, Ministério público.

Figura 1 - Total de novas vagas criadas em 2024 no setor da construção civil

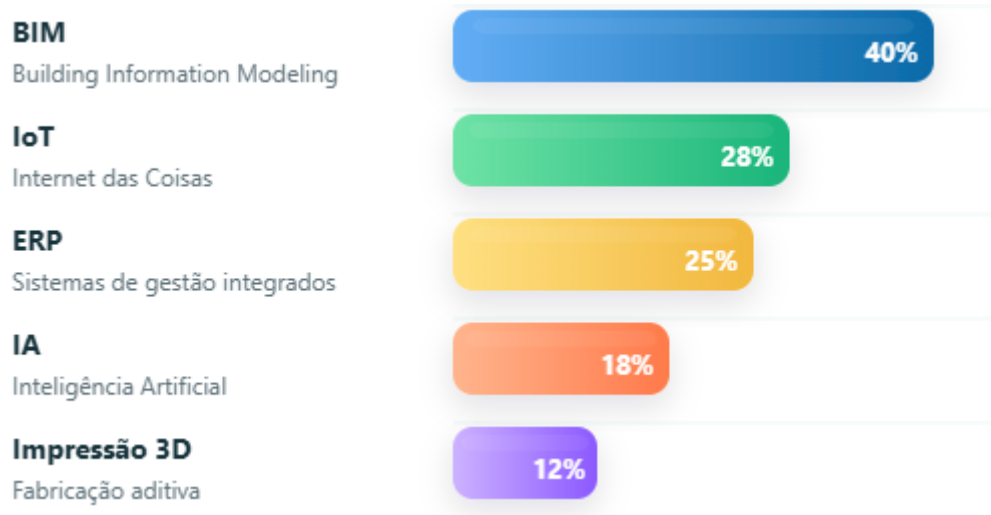


Fonte: NOVO CAGED (2024)

Sob essa perspectiva, a transformação digital surge como uma estratégia essencial para reduzir ineficiências e aumentar a competitividade no setor da construção civil. A integração entre processos automatizados e a gestão baseada em dados estruturados contribui diretamente para o aumento da produtividade e para a tomada de decisões mais assertivas. Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae, 2024), 57,3% dos pequenos empreendimentos da construção já utilizam algum tipo de solução digital, com destaque para ferramentas voltadas à comunicação e aos canais de comercialização. A figura

2 apresenta um gráfico de barras que ilustra a porcentagem dos sistemas digitais mais comuns utilizados pelas empresas do setor da construção civil.

Figura 2 - Principais tecnologias utilizadas na construção civil



Fonte: SEBRAE (2024)

Esse cenário reforça que a incorporação tecnológica deixou de ser apenas uma tendência e passou a representar um fator determinante para a eficiência operacional, a competitividade e a sustentabilidade das empresas diante das constantes mudanças do mercado contemporâneo.

2.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS

A gestão da cadeia de suprimentos *Supply Chain Management* (SCM) é um elemento vital para a competitividade na construção civil, dado que o objetivo central dessa gestão é maximizar o valor global gerado, definido como a diferença entre o valor do produto final e os custos incorridos em toda a cadeia. No cotidiano da engenharia, isso significa que a eficiência na aquisição de insumos não impacta apenas o orçamento, mas a viabilidade econômica do empreendimento como um todo.

A complexidade das cadeias de suprimentos modernas reside na combinação de processos contínuos e discretos, operações interdependentes e a necessidade constante de

adaptabilidade. Para gerenciar essa complexidade, a literatura identifica "impulsionadores" (*drivers*) que determinam o desempenho da cadeia: instalações, estoque, transporte, informação, *sourcing* (abastecimento) e precificação. Dentre estes, a informação destaca-se como o alicerce para todos os demais, pois é o dado preciso que fundamenta qualquer processo decisório.

No entanto, observa-se que o processo tradicional de compras na construção civil frequentemente opera com baixa eficiência no *driver* de informação. As decisões de *sourcing* e precificação, que envolvem a seleção de fornecedores e a análise de custos, são tipicamente tarefas operacionais de curto prazo que demandam rapidez. Quando essas tarefas são executadas manualmente (através de cotações individuais, contatos telefônicos repetitivos e tabulação manual em planilhas) ocorre uma desconexão no fluxo informacional, resultando em desempenho sub ótimo e baixa visibilidade dos melhores cenários de compra.

A evolução tecnológica aponta para uma mudança de paradigma. O aumento da disponibilidade de dados e do poder computacional permite transitar de modelos manuais para uma tomada de decisão orientada por dados (*data-driven*). Rolf *et al.* (2023) argumentam que a sincronização da cadeia de suprimentos só é atingida quando todas as partes interessadas têm acesso a dados precisos em tempo real. Portanto, a implementação de bancos de dados estruturados integrados a algoritmos inteligentes não apenas elimina o esforço braçal da cotação manual, mas desbloqueia o potencial de otimização de custos e tempo que métodos tradicionais não conseguem alcançar.

2.3 PROCESSO DE COMPRAS

O processo de compras na construção civil pode ser analisado sob a ótica de dois principais impulsionadores da cadeia de suprimentos definidos por Rolf *et al.* (2023): o *Sourcing* (abastecimento) e o *Pricing* (precificação). O *Sourcing* engloba a organização dos participantes da cadeia, focando especialmente na seleção e segmentação de fornecedores. O objetivo fundamental desta etapa é identificar vendedores capazes de atender à demanda do cliente considerando critérios críticos como custos, confiabilidade e qualidade.

Tradicionalmente, a literatura de gestão da cadeia de suprimentos classifica o *sourcing* como uma decisão tática ou estratégica, com horizontes de planejamento de médio a longo prazo. No entanto, na realidade cotidiana de construtoras (especialmente as de pequeno e

médio porte), o processo de compras assume uma característica eminentemente operacional e de curto prazo. Isso ocorre na forma de "reposição impulsionada pelo cliente" (*customer-driven replenishment*), onde a construtora solicita materiais de fornecedores independentes sem ter visibilidade completa dos processos ou estoques desses parceiros.

Essa dinâmica operacional está intrinsecamente ligada ao driver de *Pricing*. Segundo Rolf *et al.* (2023), a precificação envolve decisões sobre custos, licitações (*bidding*) e estratégias de negociação (*trading*). No método tradicional de cotação, o comprador atua como um agente que precisa sondar o mercado ativamente para determinar o menor preço ou realizar uma "licitação" informal entre múltiplas lojas para cada lista de materiais.

O gargalo surge quando essas atividades de curto prazo (que exigem tomadas de decisão frequentes e rápidas) são executadas por meios manuais e não integrados. A complexidade do ambiente de suprimentos, caracterizada por incertezas e falta de visibilidade, torna o processo de coleta de preços via telefone, *e-mail* ou mensagens extremamente oneroso em termos de tempo. Diferente de modelos automatizados onde agentes inteligentes podem negociar ou selecionar ofertas ótimas em segundos, o comprador humano enfrenta uma barreira de processamento de informação que limita sua capacidade de explorar todas as opções de mercado de forma eficiente.

Portanto, a ineficiência observada no método manual não reside na incapacidade de negociação do profissional, mas na ausência de ferramentas que transformem a "precificação" e o "abastecimento" em processos orientados por dados. A dependência de planilhas e contatos individuais fragmenta a informação, impedindo que a construtora alcance a sincronização e a agilidade necessárias para minimizar custos em um mercado dinâmico.

2.4 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

A automação de processos consiste na utilização de sistemas tecnológicos para executar tarefas com mínima intervenção humana, substituindo rotinas operacionais baseadas em esforço manual por fluxos estruturados e controlados. Esse processo permite não apenas a redução do tempo necessário para a execução de atividades, mas também a mitigação de erros, a melhoria da rastreabilidade das informações e o aumento da produtividade das equipes técnicas.

2.4.1 Definição de RPA

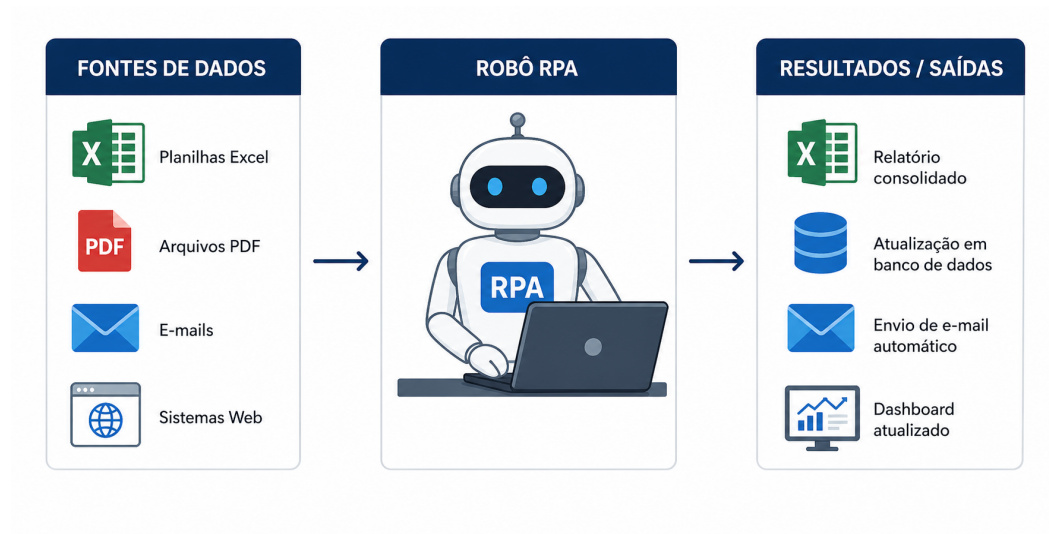
A Automação Robótica de Processos (*Robotic Process Automation* – RPA) é uma categoria da área de automação de processos, caracterizando-se como uma abordagem tecnológica voltada à execução automatizada de atividades operacionais por meio de agentes de *software*. Essa perspectiva é evidenciada por Pinheiro (2023), ao destacar o papel dos RPAs na reorganização das atividades de trabalho:

Os RPA têm o objetivo de auxiliar os humanos nos processos de negócio, realizando tarefas repetitivas e massivas, atuando nesses tipos de atividades como trabalhadores digitais, deixando que os trabalhadores humanos se foquem nas atividades cognitivas (PINHEIRO, 2023, p. 39).

Apesar do uso do termo “robô”, é importante destacar que, no contexto do RPA, não se trata de máquinas físicas ou eletromecânicas, mas sim de soluções baseadas em software. Esses robôs são configurados para interagir com sistemas digitais da mesma forma que um usuário humano, operando diretamente nas interfaces das aplicações e executando atividades rotineiras do ambiente de trabalho. Dessa maneira, o RPA não requer, necessariamente, modificações estruturais nos sistemas existentes, o que facilita sua implementação em diferentes contextos organizacionais.

Para melhor compreensão do funcionamento dessa tecnologia no contexto organizacional, é possível representar de forma simplificada o fluxo de operação de um sistema de RPA. Nesse modelo, observa-se a integração entre diferentes fontes de dados, o processamento automatizado realizado pelo robô de software e a geração de resultados estruturados, como ilustra a figura 3, que apresenta um exemplo esquemático da atuação do RPA na coleta, processamento e consolidação de informações.

Figura 3 - Fluxo de processo RPA simplificado



Fonte: AUTORIA PRÓPIA (2026)

Os robôs de RPA são especialmente adequados para atividades que apresentam alto grau de repetitividade, padronização e previsibilidade. Essas tarefas, geralmente baseadas em regras bem definidas, podem ser executadas de forma contínua pelos agentes de software, reduzindo significativamente a carga de trabalho humano associada a operações rotineiras (Aguirre; Rodriguez, 2017; Syed et al., 2020). Como consequência, observa-se não apenas o aumento da produtividade, mas também a diminuição de erros operacionais decorrentes de falhas humanas.

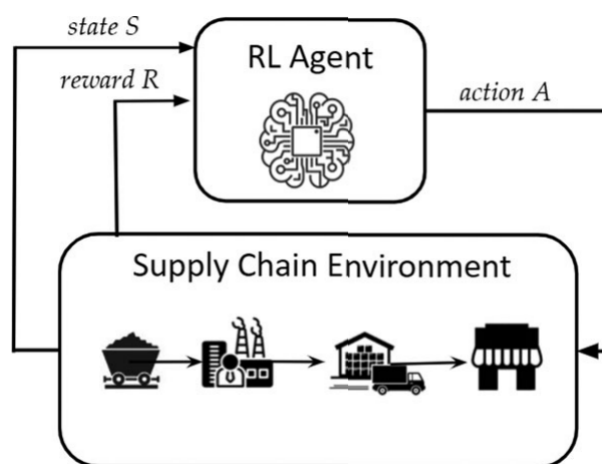
2.5 DIGITALIZAÇÃO DO PROCESSO DE COMPRAS

A superação das ineficiências observadas no método tradicional de cotação passa necessariamente pela transformação digital dos processos de engenharia. Dias, Santos e Diniz (2024) destacam que a construção civil vivencia uma revolução impulsionada pela Inteligência artificial (IA), definida como a capacidade de sistemas computacionais executarem tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. No contexto de suprimentos, essa tecnologia deixa de ser uma ferramenta acessória para se tornar um catalisador de eficiência, permitindo a otimização de recursos e a redução de custos operacionais.

Enquanto o método manual depende da capacidade humana limitada de processar informações (ligações individuais e preenchimento de planilhas), a digitalização suportada por IA oferece a capacidade de analisar vastos conjuntos de dados de forma quase instantânea. Dias, Santos e Diniz (2024) explicam que algoritmos de Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*) podem processar grandes volumes de informações (como históricos de preços e disponibilidade de fornecedores) para identificar padrões e tomar decisões sem intervenção humana direta.

Essa automação é a resposta direta para o gargalo da "reposição impulsionada pelo cliente" identificada anteriormente. Ao invés do comprador desperdiciar tempo em tarefas repetitivas de coleta de preços, sistemas inteligentes podem assumir essas rotinas. Segundo Dias, Santos e Diniz (2024), a automação de tarefas repetitivas permite que os profissionais redirecionem sua energia para atividades mais estratégicas, como a análise de viabilidade e a tomada de decisão final. Isso se alinha à visão de Rolf *et al.* (2023), que apontam que agentes de IA podem operar com grandes entradas de dados para otimizar objetivos complexos em tempo real.

Figura 4 – O processo de decisão da Inteligência Artificial na Cadeia de Suprimentos.



Fonte: ROLF *et al.* (2023, p. 7154).

Além da agilidade, a aplicação da IA na cotação introduz um nível superior de previsibilidade financeira. A incerteza nos custos é um desafio crítico na construção civil, e o uso de IA permite estimar custos futuros e variações de mercado com base em dados

históricos, proporcionando uma gestão financeira mais precisa e reduzindo riscos de estouro orçamentário. Dessa forma, a substituição das planilhas estáticas por um banco de dados dinâmico e inteligente não apenas acelera o processo de compras, mas redefine a competitividade da construtora ao garantir decisões baseadas em dados (*data-driven*) e não apenas na intuição ou em amostragens limitadas de mercado.

CAPÍTULO 3 METODOLOGIA

O presente capítulo detalha os procedimentos metodológicos adotados para a execução desta pesquisa, delineando as etapas de planejamento, coleta, estruturação e análise de dados. O objetivo central consistiu em estabelecer um comparativo de eficiência técnica e operacional entre o método tradicional de cotação de materiais de construção e um modelo automatizado, fundamentado em banco de dados e inteligência artificial generativa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista de sua natureza, esta pesquisa classifica-se como aplicada, visto que é explicitamente orientada à geração de conhecimentos direcionados à solução de um problema prático, tangível e imediato no setor da construção civil, especificamente a morosidade e a fragmentação no processo de orçamentação das empresas do setor privado (Vieira; Leite; Kuhn, 2023). Quanto aos seus objetivos, o estudo assume um caráter simultaneamente exploratório e descritivo. Essa classificação justifica-se pelo fato de que a inserção prática de ferramentas avançadas de inteligência artificial aplicada à gestão de compras e relacionamento com o mercado lojista de âmbito regional privado ainda se mostra incipiente, carecendo de análises empíricas estruturadas que mapeiem sistematicamente o comportamento e o impacto real das variáveis envolvidas nesse processo de transição tecnológica.

No que tange à abordagem do problema, a pesquisa afasta-se de visões puramente reducionistas e adota uma perspectiva mista (quali-quantitativa), uma vez que a avaliação isolada de indicadores numéricos seria insuficiente para compreender a eficácia do fluxo informacional em sua totalidade (Creswell; Creswell, 2021). O viés quantitativo concentra-se na mensuração cronometrada de variáveis operacionais rígidas, tais como o tempo absoluto de processamento das propostas e os valores de custo financeiro agregado. Em contrapartida, a dimensão qualitativa manifesta-se de forma integrada ao examinar a qualidade intrínseca e a consistência das informações comerciais fornecidas pelos lojistas, mapeando omissões de itens e substituições arbitrárias de especificações técnicas que descaracterizam o pedido original.

Para conferir o necessário rigor metodológico à concepção, ao desenvolvimento e à validação da tecnologia proposta, o enquadramento estrutural deste trabalho fundamenta-se nos preceitos da *Design Science Research* (DSR). A DSR constitui uma abordagem de pesquisa focada no projeto, na construção e na avaliação rigorosa de artefatos tecnológicos concebidos especificamente para resolver problemas reais diagnosticados nas organizações (Jesus et al., 2023). No contexto deste estudo, o artefato compreende a solução computacional desenvolvida, composta pelo banco de dados integrado à camada de inteligência artificial de processamento de linguagem natural. A aplicação da DSR legitima a abordagem científica na Engenharia Civil ao permitir que o pesquisador intervenha ativamente por meio da criação de um utilitário inovador, cuja contribuição reside no ciclo empírico de construção e posterior avaliação minuciosa de seu desempenho prático (Pimentel; Filippo; Santoro, 2023).

No que diz respeito aos procedimentos técnicos e operacionais de validação, a estratégia adota os delineamentos da pesquisa experimental associada a um estudo comparativo. A estrutura experimental manifesta-se na criação de cenários controlados de teste, nos quais uma lista padronizada de cinquenta materiais de construção é submetida a dois tratamentos metodológicos distintos: o processamento manual via canais tradicionais e a operação automatizada executada pelo algoritmo inteligente. Essa configuração viabiliza a condução de um estudo comparativo direto, estabelecendo um pareamento estatístico rigoroso entre os resultados coletados em ambas as vertentes para determinar, de forma empírica, os diferenciais de desempenho quanto à latência e à aderência técnica das respostas.

3.2 ÁREA DE ESTUDO E DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

A definição da amostra utilizada neste estudo foi estruturada com base em critérios técnicos de representatividade e relevância econômica para o setor da construção civil. A área de estudo abrangeu fornecedores localizados em quatro importantes polos: Jataí, Rio Verde, Goiânia e Brasília. A escolha destas cidades justifica-se estrategicamente pela dinâmica da cadeia de suprimentos do Centro-Oeste. Goiânia e Brasília atuam como macro-polos logísticos e centros de distribuição primários, o que garante uma maior padronização de valores de referência e alta disponibilidade de estoque. Em complemento, Jataí e Rio Verde representam polos econômicos em franca expansão no sudoeste goiano, caracterizados por um mercado imobiliário aquecido que reflete com exatidão o público-alvo de aplicação desta pesquisa. Essa distribuição geográfica intencional permite que o banco de dados capture

variações reais de custo logístico (frete) e diferenças de precificação entre grandes distribuidores e o varejo local.

No que tange à composição da lista de cotação, a seleção de 50 insumos não ocorreu de forma aleatória, mas fundamentou-se nos princípios da Curva ABC de orçamentação. Foram priorizados materiais que, historicamente, apresentam alta frequência de aquisição e representam o maior peso financeiro (classes A e B) no Custo Unitário Básico (CUB) de obras residenciais e comerciais de padrão normal. Esses insumos foram subdivididos em 5 categorias principais (tais como infraestrutura/alvenaria, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias e acabamentos) com o objetivo de representar as etapas macroscópicas de uma obra convencional. Essa diversificação categórica é essencial para o rigor metodológico do teste do artefato computacional, pois exige que o sistema de Inteligência Artificial demonstre capacidade de interpretar desde materiais com descrições genéricas e coloquiais (como agregados de areia e brita) até insumos com especificações técnicas e normativas rigorosas (como dimensionamento de cabos elétricos e tubulações de PVC).

Por fim, a delimitação da amostra em 16 fornecedores do setor privado — distribuídos equitativamente entre as quatro cidades (média de quatro lojistas por polo) — foi estabelecida para compor um painel representativo da livre concorrência. Essa quantidade reflete o volume máximo de prospecção que um orçamentista humano costuma realizar na prática operacional sem perder a viabilidade de prazo. Do ponto de vista experimental, essa amostra mostrou-se estatisticamente adequada e suficiente para gerar os indicadores necessários de taxa de atrito (percentual de lojas que não respondem à solicitação) e medir o tempo absoluto de latência, viabilizando o estudo comparativo direto e controlado entre o método tradicional e a solução automatizada.

3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS: MÉTODO TRADICIONAL

Para a execução da etapa correspondente ao método tradicional, a coleta de dados foi estruturada de modo a replicar rigorosamente a rotina operacional de um orçamentista do setor privado. O procedimento iniciou-se com a elaboração de uma solicitação comercial padronizada contendo a lista dos cinquenta materiais previamente definidos. Essa padronização foi adotada para garantir que todos os dezesseis lojistas da amostra recebessem

exatamente a mesma demanda técnica, isolando a variável de interpretação inicial. O envio das solicitações foi realizado individualmente a cada fornecedor por meio do aplicativo de mensagens instantâneas WhatsApp e por correio eletrônico, canais que representam as principais vias de comunicação comercial do mercado atual. Todos os envios ocorreram em dias úteis e durante o horário comercial estabelecido, simulando as restrições reais de operação e tempo de resposta do comércio varejista.

O monitoramento do tempo operacional, que constitui um dos principais indicadores desta pesquisa, foi realizado de forma fragmentada e cronometrada. A medição da latência de resposta foi iniciada no exato momento em que a mensagem de solicitação foi enviada e confirmada como entregue no dispositivo do vendedor. A partir desse marco inicial, o período de espera passiva foi registrado individualmente para cada estabelecimento. O encerramento da cronometragem ocorreu apenas no instante em que o fornecedor retornou a proposta orçamentária completa, independentemente do formato do arquivo recebido, como documentos em PDF, planilhas ou fotografias de sistemas internos. O uso desse critério de cronometragem exata justifica-se pela necessidade de quantificar o nível de ociosidade gerado pelo fluxo de comunicação assíncrona inerente ao método analógico.

A etapa final do procedimento consistiu na tabulação humana dos dados coletados. Após o recebimento das propostas, procedeu-se à abertura de cada arquivo para a extração manual das informações comerciais. Esse processo exigiu a leitura visual das descrições fornecidas pelos lojistas, a identificação de possíveis substituições arbitrárias de marcas ou divergências em unidades de medida e a posterior transcrição manual dos valores unitários e globais para uma planilha eletrônica centralizadora elaborada em software de edição de planilhas. O tempo despendido exclusivamente nessa conferência técnica e digitação também foi cronometrado e registrado para cada fornecedor. O detalhamento rigoroso dessa rotina de tabulação foi estabelecido para fundamentar a mensuração do esforço humano e do retrabalho logístico exigidos pelo método convencional, fornecendo a base empírica necessária para a posterior comparação com a tecnologia automatizada.

3.4 TRATAMENTO DE DADOS E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTOMATIZADO

O desenvolvimento do sistema automatizado fundamentou-se na etapa de construção do artefato proposta pelo método da *Design Science Research* (DSR), seguindo as diretrizes metodológicas estabelecidas para a criação de soluções tecnológicas destinadas a resolver problemas práticos organizacionais (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). Esta fase consistiu no planejamento e na estruturação da ferramenta computacional concebida especificamente para mitigar os gargalos de tempo e inconsistência técnica identificados no modelo convencional de orçamentação. O design do artefato concentrou-se em estabelecer uma conexão inteligente entre o banco de dados de insumos e o motor de processamento cognitivo, garantindo a automação integral do fluxo de informações comerciais.

O tratamento inicial das informações operou-se por meio da criação de um arquivo estruturado em formato de valores separados por vírgula (CSV), que funcionou como o repositório central de dados de insumos para o experimento. A lógica estrutural desse arquivo baseou-se na padronização dos cinquenta itens da amostra, organizados por colunas específicas que determinavam a categoria do material, a descrição técnica normatizada, a unidade de medida padrão e os campos destinados a receber as variáveis de preços obtidas no mercado varejista. Essa estruturação prévia no formato CSV foi indispensável para assegurar a consistência informacional do sistema, eliminando ambiguidades textuais comuns em orçamentos manuais e permitindo que a tecnologia executasse o cruzamento matricial de dados sem a necessidade de digitação por parte do operador humano.

Para a camada de inteligência do artefato, utilizou-se a plataforma de desenvolvimento Google AI Studio para realizar a integração direta entre a base de dados estruturada e o modelo de linguagem em grande escala Gemini 2.5 Flash. A escolha por este modelo específico justificou-se por sua alta eficiência computacional, baixa latência no processamento de volumes massivos de dados e avançada capacidade de processamento de contexto. Através da interface de programação de aplicativos (API) configurada no ambiente do Google AI Studio, estabeleceu-se o canal de comunicação síncrona que permitiu ao modelo ler, interpretar e processar instantaneamente a matriz do arquivo CSV contendo as demandas de materiais da construção civil.

A operação do modelo foi governada por técnicas de engenharia de prompts, estruturadas para direcionar o comportamento do algoritmo de forma determinística e mitigar o risco de inconsistências nas respostas. Os comandos inseridos no sistema foram desenhados para instruir o modelo a atuar como um engenheiro de custos especialista em suprimentos, estabelecendo regras lógicas claras para a interpretação de jargões comerciais e para a conversão automática de unidades de medida divergentes fornecidas pelas lojas. O prompt determinou que o modelo fizesse a varredura semântica das propostas recebidas, preenchesse rigorosamente as lacunas da planilha CSV com os menores valores globais identificados no mercado e emitisse um relatório consolidado livre de omissões ou substituições inadequadas de marcas. Essa engenharia de instruções garantiu que o processamento automatizado mantivesse total aderência técnica e fidelidade ao escopo do projeto original.

3.5 MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA

Para viabilizar o ciclo de avaliação do artefato preconizado pela *Design Science Research* (DSR), estabeleceu-se um conjunto de métricas operacionais padronizadas. Estas variáveis foram desenhadas para mensurar objetivamente o desempenho de ambos os métodos de cotação sob os critérios de tempo, custo operacional e confiabilidade técnica da informação (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). A primeira métrica avaliada corresponde à taxa de não-resposta, também conceituada na literatura de suprimentos como taxa de atrito comercial. Este indicador é definido matematicamente como a razão percentual entre o número de fornecedores que recusaram o atendimento, ignoraram o contato ou entregaram orçamentos incompletos e o total geral de estabelecimentos contatados inicialmente na amostragem. A mensuração deste índice justifica-se pela necessidade de avaliar o grau de dependência e a vulnerabilidade do comprador diante da volatilidade e do comportamento humano no atendimento do comércio varejista tradicional.

A segunda métrica estabelecida quantifica o esforço braçal exigido ao longo do fluxo de suprimentos, operacionalizado formalmente por meio do indicador de tempo total de processamento. Essa variável é mensurada em unidades de tempo (horas, minutos e segundos) e divide-se em duas dimensões complementares. A primeira dimensão é o tempo de espera passiva, que compreende a latência cronometrada desde o envio da lista de materiais até a

efetiva devolução do arquivo por parte do lojista. A segunda dimensão abrange o tempo de tabulação manual, que corresponde ao esforço ativo gasto pelo profissional para ler as propostas, identificar os preços e transcrever os dados para a planilha centralizadora. A terceira métrica consiste na consistência da informação, entendida como o nível de aderência técnica e integridade dos orçamentos obtidos. A avaliação desse critério qualitativo ocorreu por meio de uma análise de conformidade rigorosa, inspecionando cada orçamento recebido para contabilizar a ocorrência de erros de digitação, omissões completas de insumos solicitados ou substituições arbitrárias de marcas e especificações técnicas normativas sem o consentimento prévio do projetista.

Para sistematizar a estrutura analítica do experimento e garantir a transparência metodológica exigida na avaliação científica, a tabela 2 detalha a operacionalização, as fórmulas de cálculo e as unidades de medida aplicadas a cada uma das métricas que fundamentam o estudo comparativo.

Tabela 2 - Operacionalização das métricas de avaliação e parâmetros de análise comparativa.

Métrica operacional	Descrição	Forma de medição / parâmetro de cálculo	Unidade de medida
Taxa de não-resposta (atrito)	Mensura a quebra de fluxo na prospecção devido à ausência de retorno dos fornecedores	(Número de fornecedores sem resposta ou com orçamento incompleto / Total de fornecedores contatados) x 100	Percentual (%)
Tempo de processamento (esforço)	Quantifica o período total despendido entre a solicitação e a consolidação dos dados	Somatório do tempo de espera passiva (retorno das lojas) acrescido do tempo de tabulação ativa (digitação humana)	Horas, minutos e segundos
Consistência da informação	Avalia a integridade técnica e a conformidade do orçamento frente ao escopo original	Verificação detalhada e contagem absoluta de desvios, itens omitidos ou marcas alteradas unilateralmente	Quantidade absoluta de erros por orçamento

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

A análise comparativa dos dados coletados foi conduzida por meio de um pareamento estatístico e descritivo direto entre os resultados consolidados pelo método tradicional e as métricas obtidas após o processamento no sistema automatizado. O estabelecimento desse contraste empírico permite determinar com exatidão matemática os ganhos de produtividade e os níveis de mitigação de falhas decorrentes da introdução da inteligência artificial no setor privado.

3.6 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E ACEITAÇÃO

Para complementar a validação quantitativa do artefato e cumprir integralmente o ciclo avaliativo proposto pela metodologia da *Design Science Research* (DSR), estruturou-se uma etapa de avaliação qualitativa focada na usabilidade e na aceitação da tecnologia desenvolvida. O procedimento de teste consistiu na submissão do sistema automatizado à interação direta com usuários em potencial, simulando um ambiente real de orçamentação. A condução dessa etapa teve como propósito observar a interação humana com a ferramenta, mapear a curva de aprendizado e registrar a percepção de valor agregado sob a ótica de quem opera diariamente no mercado da construção civil.

A coleta dos dados perceptivos foi realizada por meio de um questionário estruturado de avaliação, aplicado imediatamente após os testes de uso da plataforma. O instrumento de pesquisa foi desenhado para extrair impressões sobre a clareza da interface, a fluidez na geração dos orçamentos, a confiança nas respostas geradas pela inteligência artificial e a utilidade prática da ferramenta para a rotina do setor privado. As variáveis foram dispostas de modo a permitir que o usuário expressasse o seu grau de concordância e satisfação com as funcionalidades propostas. O relato descritivo, a tabulação desses feedbacks e a análise completa do impacto gerado pela experiência de uso foram compilados e estão detalhados no capítulo de resultados e discussão deste trabalho.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta a análise empírica e comparativa dos dados obtidos durante a fase de testes da pesquisa. O objetivo central desta etapa é confrontar o desempenho do método de cotação tradicional de materiais de construção com a solução automatizada, fundamentada em banco de dados e inteligência artificial. A avaliação foi estruturada em três eixos analíticos principais: a eficiência temporal do fluxo operacional, a qualidade e consistência das informações comerciais geradas e o desempenho computacional do sistema desenvolvido.

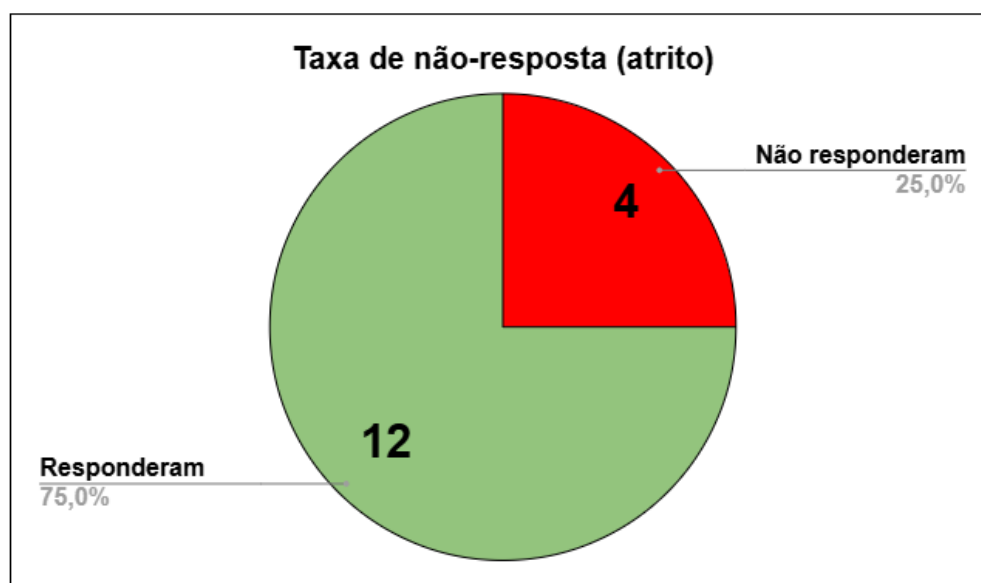
4.1 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TEMPORAL NO PROCESSO TRADICIONAL E AUTOMATIZADO

A mensuração do tempo despendido ao longo do fluxo de suprimentos constitui um dos principais indicadores analíticos deste estudo, visto que a velocidade na obtenção de custos de insumos impacta diretamente o planejamento físico-financeiro e o cronograma de execução das obras privadas. Esta seção aborda de forma detalhada os resultados obtidos na quantificação do tempo operacional (dividido entre a latência de espera passiva pelo retorno do mercado varejista e o esforço ativo de tabulação humana), estabelecendo o desdobramento do método convencional, as métricas da solução tecnológica e o posterior confronto direto entre ambos os tratamentos experimentais.

4.1.1 Desempenho temporal no método tradicional

Os dados empíricos coletados neste estudo revelaram uma ineficiência latente no modelo tradicional de cotação manual logo na etapa inicial de prospecção. Dos 16 estabelecimentos contatados inicialmente nas quatro cidades da pesquisa, 4 fornecedores não retornaram o contato ou não entregaram a cotação (configurando uma taxa de não-resposta ou atrito comercial de 25%). Consequentemente, a amostra empírica final resultou em 12 orçamentos válidos, que serviram de base absoluta para a avaliação de latência e esforço humano, conforme demonstrado visualmente no gráfico da figura 5 que ilustra a taxa de atrito.

Figura 5 - Representação gráfica da taxa de não-resposta



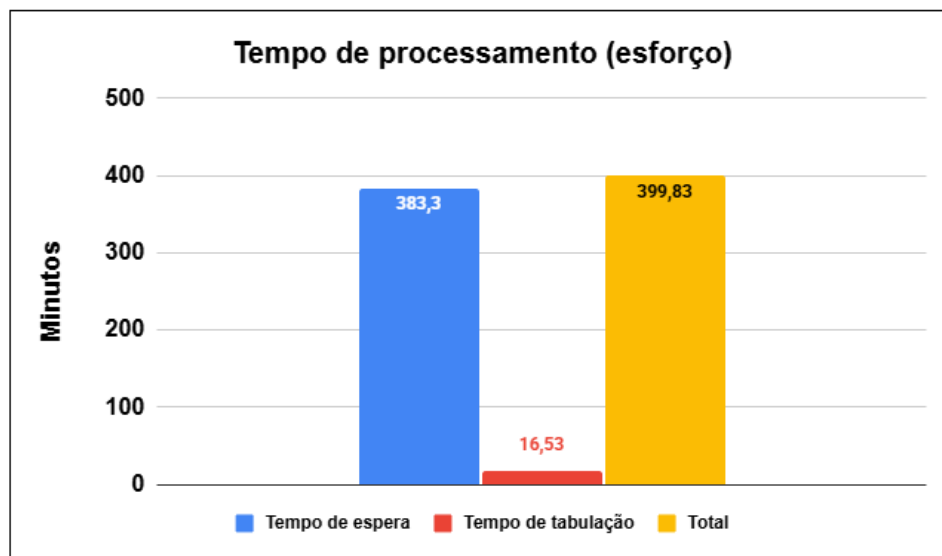
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA(2026)

No processamento manual dessas doze propostas, o tempo médio de resposta dos fornecedores (cronometrado a partir do momento do envio da lista padronizada de 50 itens até o recebimento do orçamento finalizado pelo lojista) foi de 6 horas, 23 minutos e 48 segundos. Este intervalo representa uma ociosidade operacional significativa. Durante este período, o profissional responsável pelas compras fica inteiramente dependente da disponibilidade de atendimento, do fluxo interno da loja e da agilidade do setor de vendas de cada estabelecimento comercial, o que acaba paralisando a tomada de decisão no canteiro de obras.

Além do longo tempo de espera passiva, o método tradicional exige um esforço ativo e braçal considerável para a tabulação dos dados. A acentuada desestruturação informacional e a diversidade de formatos de recebimento das propostas comerciais (cujas características qualitativas de despadronização são analisadas detalhadamente na seção 4.2 deste trabalho) exigiram uma transferência manual exaustiva para a planilha eletrônica centralizadora, envolvendo digitação e conferência minuciosa. Como resultado, o tempo médio despendido unicamente nesta etapa de estruturação ativa de dados foi de 16 minutos e 32 segundos por fornecedor, gerando o acúmulo de tempo total ilustrado no gráfico de barras da figura 6. Em um cenário real de livre mercado, no qual uma construtora privada precisa cotar

rotineiramente com múltiplos passwords para garantir a viabilidade financeira, esse esforço manual acumulado onera o custo invisível do projeto e reduz drasticamente a produtividade do departamento de engenharia e suprimentos.

Figura 6 - Representação gráfica do tempo de processamento (esforço)



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

4.1.2 Desempenho temporal no método automatizado

Inversamente às barreiras de latência observadas no fluxo analógico, o protótipo desenvolvido apresentou indicadores de altíssima performance no processamento temporal. A principal característica do método automatizado é a eliminação integral das etapas humanas de prospecção comercial. Não há a necessidade de entrar em contato individual com vendedores, aguardar a disponibilidade de atendimento das lojas ou realizar qualquer tipo de tabulação braçal em planilhas. A dinâmica de operação restringe-se puramente ao envio de um comando lógico (prompt) contendo a lista de materiais desejada diretamente para o sistema.

Para testar a velocidade e a capacidade de resposta do artefato sob essas novas condições de operação direta, foram geradas vinte solicitações orçamentárias experimentais aleatórias. Ao receber a lista, o sistema demandou um tempo médio de processamento de

apenas 7 segundos para acessar o banco de dados estruturado, cruzar instantaneamente todas as informações de disponibilidade, comparar os preços de todos os lojistas cadastrados e entregar o orçamento finalizado e integralmente estruturado para o usuário. Essa velocidade extrema demonstra que a automação atua de forma direta na raiz do problema, transformando um processo historicamente assíncrono, fragmentado e exaustivo em uma operação síncrona, onde um único comando é suficiente para obter a resposta comercial imediata.

4.1.3 Confronto e discussão da eficiência temporal

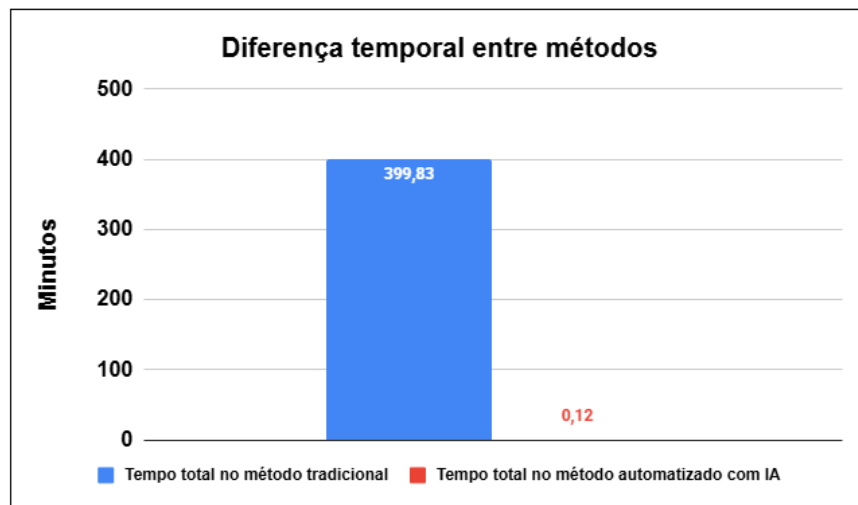
A consolidação dos dados cronometrados nas etapas anteriores viabilizou a condução de um estudo comparativo direto, evidenciando matematicamente o salto de produtividade decorrente da transição digital na gestão de suprimentos. A tabela 1 sintetiza o emparelhamento dos indicadores de tempo para os dois métodos analisados.

Tabela 3 - Quadro comparativo de eficiência entre os métodos de cotação

Indicador temporal do processo	Método tradicional (manual)	Sistema automatizado com Inteligência artificial (IA)
Tempo de resposta dos fornecedores (espera)	6 Horas, 23 minutos e 48 segundos	0 (Acesso instantâneo)
Tempo de tabulação de dados (esforço ativo)	16 minutos e 32 segundos	0 (Processado pela IA)
Tempo total do ciclo de cotação	6 Horas, 40 minutos e 20 segundos	7 Segundos

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Figura 7 - Demonstrativo da discrepância temporal de forma visual e gráfica



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

A interpretação dos dados dispostos na tabela 1 revela o impacto disruptivo da ferramenta desenvolvida, que foi capaz de comprimir um ciclo de 6 horas, 40 minutos e 20 segundos para meros 7 segundos. O fator técnico principal que explica essa otimização absoluta reside na substituição do esforço humano interativo pelo processamento algorítmico síncrono. Enquanto o comprador tradicional gasta mais de dezesseis minutos por loja apenas para decodificar e transcrever arquivos desestruturados, a inteligência artificial executa o cruzamento de toda a matriz de dados em segundos, entregando a solução processada. A latência comercial de espera é completamente extinta, convertendo o departamento de compras de um setor operacional reativo em um núcleo de decisão de alta performance.

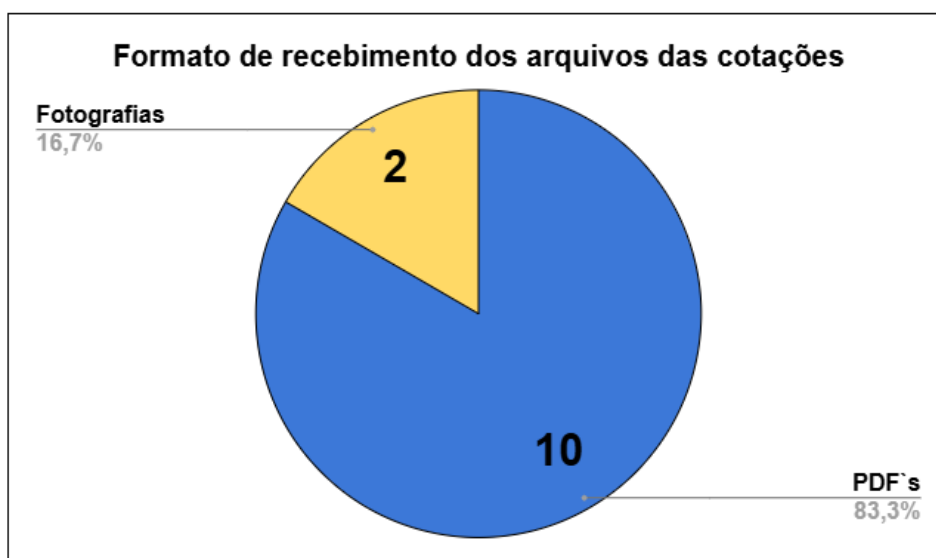
4.2 QUALIDADE DAS INFORMAÇÕES E INCONSISTÊNCIAS OPERACIONAIS

A confiabilidade e a integridade das informações comerciais obtidas junto ao mercado fornecedor constituem parâmetros fundamentais para garantir o correto suprimento do canteiro de obras e salvaguardar o planejamento financeiro do projeto. Esta seção analisa os aspectos qualitativos das propostas recebidas, concentrando-se nos fenômenos de despadronização estrutural, omissões de insumos e desvios de especificações técnicas que caracterizam a interação humana no retalho, estabelecendo o contraste empírico com os mecanismos de validação implementados na solução automatizada.

4.2.1 Confiabilidade e despadronização no método tradicional

O modelo convencional de cotação revelou uma severa fragilidade no que tange à consistência documental e à padronização das informações recolhidas. O aspecto mais crítico do experimento concentrou-se na qualidade técnica dos doze orçamentos válidos que foram efetivamente recebidos para a tabulação. Constatou-se uma total ausência de uniformidade nos formatos de partilha de dados por parte dos vendedores, visto que 10 documentos foram encaminhados sob a forma de arquivos em formato PDF estático e 2 foram enviados como fotografias de baixa resolução captadas por aparelhos telemóveis

Figura 8 - Representação gráfica do formato de recebimento dos arquivos das cotações



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Além da barreira do formato físico do arquivo, a inspeção detalhada do conteúdo revelou que todas as propostas comerciais apresentaram alguma divergência em relação à lista de cinquenta insumos solicitada originalmente. Estas ocorrências dividiram-se fundamentalmente em duas categorias associadas à dinâmica do mercado varejista. A primeira delas foi a ausência de cotação de itens específicos, que afetou 41,60% (5) dos orçamentos recebidos (12). Esse fenômeno decorre diretamente da indisponibilidade imediata de determinados produtos no estoque físico das lojas no momento da consulta, refletindo uma limitação real de inventário comercial.

A compreensão dessa limitação de estoque expõe o verdadeiro gargalo operativo do método manual (a necessidade de retrabalho cumulativo). Na rotina analógica, quando o comprador recebe um orçamento com itens faltantes após aguardar o tempo médio de seis horas e vinte e três minutos, o processo não é finalizado. O profissional é obrigado a reiniciar todo o fluxo produtivo, selecionando novos fornecedores, encaminhando novamente a lista e submetendo-se a mais um ciclo de espera passiva de igual duração. Caso a segunda tentativa também apresente lacunas de estoque, o comprador entra em um ciclo de buscas sucessivas que multiplica o tempo total de orçamentação de forma linear (passando facilmente de sete para quatorze ou vinte e uma horas acumuladas), evidenciando que a fragmentação da informação gera um efeito cascata que penaliza severamente a produtividade da empresa.

A segunda categoria de divergência correspondeu ao desvio involuntário de especificação técnica, caracterizado pela substituição de materiais por alternativas semelhantes disponíveis no balcão do lojista (uma prática comum quando o vendedor tenta oferecer uma solução rápida para suprir a falta do insumo exato solicitado). Um exemplo prático e altamente representativo deste cenário, registrado durante a recolha de dados, ocorreu na etapa de pinturas e vernizes, na qual a demanda por folhas de lixa de papel para massa com granulação número 180 foi preenchida pelos atendentes e orçada como lixas de granulação número 220. Esse tipo de alteração modifica o escopo técnico do projeto sem a validação prévia do engenheiro responsável, transferindo um risco de desconformidade para a execução da obra e exigindo contatos adicionais de esclarecimento para a correção dos pedidos.

4.3 DESEMPENHO FINANCEIRO E IMPACTO NO CUSTO OPERACIONAL

A validação da eficiência de uma nova tecnologia na construção civil demanda a mensuração do seu impacto financeiro direto. Inicialmente, poderia se supor que a adoção da inteligência artificial traria uma redução absoluta no custo de aquisição dos materiais em si. Contudo, como o sistema automatizado operou sob a mesma base amostral do método tradicional (processando os mesmos fornecedores regionais para manter a isonomia do experimento), o limite do menor preço do material físico permaneceu atrelado à realidade da loja mais barata da amostra. A verdadeira disrupção econômica proporcionada pela

plataforma, portanto, não reside na alteração do preço do insumo na prateleira, mas na eliminação sumária do custo indireto de operação (o chamado custo invisível da orçamentação), materializado nas horas de trabalho do corpo técnico da construtora.

No método tradicional de compras do setor privado, a atividade de prospecção e tabulação é frequentemente executada por engenheiros civis, arquitetos ou orçamentistas experientes. Trata-se de uma mão de obra qualificada, cujo custo por hora de dedicação é expressivo para os encargos da empresa. Para precificar o impacto financeiro dessa ineficiência temporal, este estudo adotou como base oficial o referencial de remuneração do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de 2026/4. Considerando os dados coletados na Seção 4.1, o esforço humano ativo (exclusivamente para a leitura, conferência e digitação das 12 propostas recebidas) demandou em média 16 minutos e 32 segundos por fornecedor. O processamento integral da amostra consumiu, de forma acumulada, aproximadamente 3,3 horas de trabalho técnico ativo e ininterrupto, sem contabilizar o custo da inércia gerada pelas mais de seis horas de espera passiva.

Ao multiplicar esse tempo de esforço braçal pelo custo da hora técnica do Engenheiro Civil de Obra Júnior estipulado pelo SINAPI para o estado de Goiás (referência base fixada em R\$111,26 no período da pesquisa), obtém-se o custo direto de aquisição da informação. No método tradicional, a construtora despende financeiramente cerca de R\$367,16 apenas para estruturar os dados de uma única lista antes mesmo de tomar a decisão de compra. Este valor é subtraído diretamente da margem de lucro do empreendimento a cada ciclo de cotação, caracterizando uma perda sistêmica de capital gerada exclusivamente pela ineficiência do fluxo informacional manual.

Em contrapartida, o sistema de otimização inteligente sustentado pelo modelo *Gemini 2.5 Flash* atua de forma a mitigar integralmente esse custo invisível. Ao cruzar toda a matriz de dados em apenas 7 segundos de forma automatizada, o artefato reduz a zero a necessidade de esforço ativo de tabulação humana. Para evidenciar esse ganho financeiro sob a ótica da gestão de recursos humanos e operacionais, a tabela 4 estabelece o confronto do custo operacional indireto para a formatação da lista padronizada de cinquenta insumos.

Tabela 4 - Comparativo financeiro do custo indireto de orçamentação baseado no esforço técnico.

Abordagem de orçamentação	Tempo de esforço ativo (horas)	Custo operacional indireto (Base SINAPI)	Impacto na produtividade financeira
Método tradicional (humano)	3,3 horas de tabulação técnica	R\$ 367,16 por cotação processada	Custo invisível absorvido
Sistema automatizado (IA)	0,0019 horas (7segundos)	R\$ 0,00	R\$ 0,00

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

A análise econômica consolidada na tabela 4 responde diretamente ao problema de pesquisa desta monografia. Fica demonstrado matematicamente que o valor agregado da inteligência artificial na cadeia de suprimentos da construção civil vai muito além da simples organização de dados; ela atua na preservação direta do capital intelectual e financeiro das empresas. Ao zerar o tempo de tabulação e o consequente custo indireto da hora de engenharia gasta em atividades braçais e burocráticas (poupando centenas de reais a cada lista processada), a automação permite que o profissional redirecione o seu conhecimento técnico para atividades de alto valor, como o planejamento executivo, a gestão da qualidade no canteiro e a negociação estratégica de fechamento, elevando drasticamente a competitividade do negócio.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIABILIDADE E ESCALA DO MODELO

A lista de 50 materiais desenhada para a metodologia teve caráter analítico e experimental, não correspondendo ao quantitativo fechado de um projeto executivo real que demande o cálculo do Custo Unitário Básico (CUB) completo.

Portanto, a superioridade do modelo automatizado neste escopo de pesquisa prova-se pela eficiência operacional, pelo tempo economizado nas atividades e pela integridade dos dados. A substituição de processos analógicos fragmentados (como a leitura de PDFs e fotos de baixa qualidade) por um ambiente de análise de dados centralizado, que permite que a decisão de compra se torne infinitamente mais ágil, rastreável e com menos falhas humanas.

Os resultados confirmam que a adoção de sistemas automatizados possui um potencial altamente escalável, pavimentando o caminho para a criação de ecossistemas digitais integrados que conectem fornecedores e construtores de forma inteligente, reduzindo os custos indiretos associados à gestão de suprimentos e elevando o nível de maturidade tecnológica das empresas do setor.

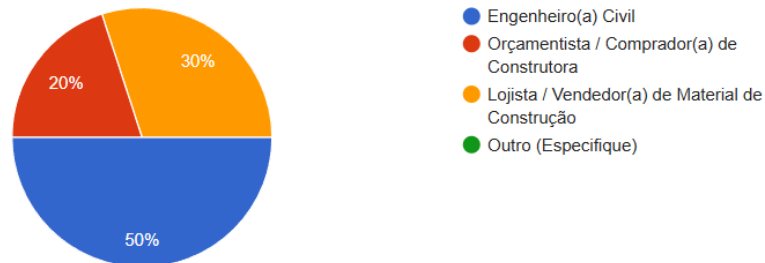
4.5 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E ACEITAÇÃO DE MERCADO

A transição de um modelo operacional analógico e inerentemente fragmentado para uma plataforma centralizada, impulsionada por algoritmos de Inteligência Artificial, impõe desafios que transcendem a barreira estritamente computacional. A indústria da construção civil caracteriza-se historicamente como um setor de forte tradição, apresentando uma das menores taxas de adoção digital em comparação a outros segmentos produtivos. Consequentemente, a introdução de novas tecnologias na cadeia de suprimentos depende intimamente da quebra de barreiras culturais, da redução drástica da curva de aprendizado e da percepção imediata de valor por parte dos usuários. Nesse contexto, a análise empírica dos resultados de tempo e consistência da informação, descrita nas seções anteriores, exigiu uma complementação sob a ótica da Interação Humano-Computador (IHC).

Os dados qualitativos foram coletados junto a uma amostra intencional de 10 profissionais atuantes no setor, permitindo quantificar a percepção de valor do sistema automatizado sob três eixos fundamentais: a redução do esforço cognitivo, a segurança informacional e a viabilidade comercial. O delineamento da amostra garantiu uma visão sistêmica da cadeia de suprimentos, englobando as diferentes pontas da negociação. Conforme ilustra o gráfico da figura 9, o perfil dos testadores foi composto por 50% de Engenheiros Civis (tomadores de decisão e projetistas), 30% de Lojistas e Vendedores de materiais de construção (fornecedores) e 20% de Orçamentistas ou Compradores diretos de construtoras.

Figura 9 - Perfil dos usuários entrevistados

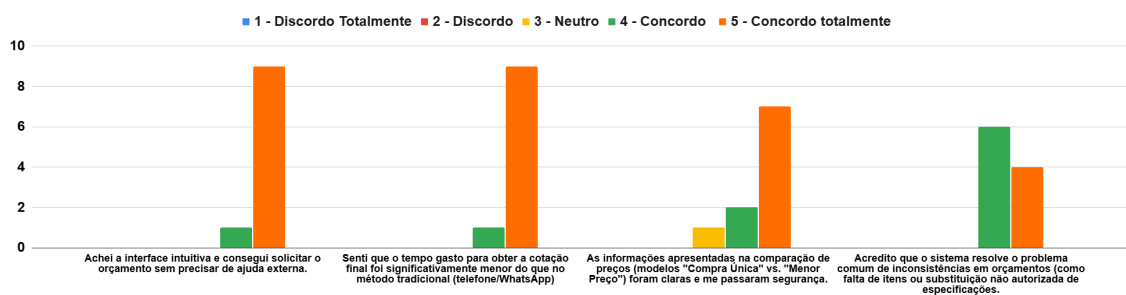
10 respostas



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

A primeira frente de análise concentrou-se na usabilidade da interface e na fluidez da jornada de orçamentação. A ferramenta foi submetida à avaliação dos testadores por meio da Escala Likert de 5 pontos, com o objetivo de verificar se a complexidade da automação executada no *back-end* (o cruzamento instantâneo de múltiplos preços, marcas e fornecedores) traduziu-se em uma experiência intuitiva no *front-end*.

Figura 10 - Radar da escala likert sobre usabilidade



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

A análise dos dados dispostos no radar da Escala Likert revela um panorama altamente favorável à solução tecnológica proposta. No que tange à curva de aprendizado inicial, a afirmativa referente à intuitividade da interface obteve uma nota média de 4,9 indicando que a grande maioria dos usuários conseguiu operar o sistema de forma autônoma, sem a

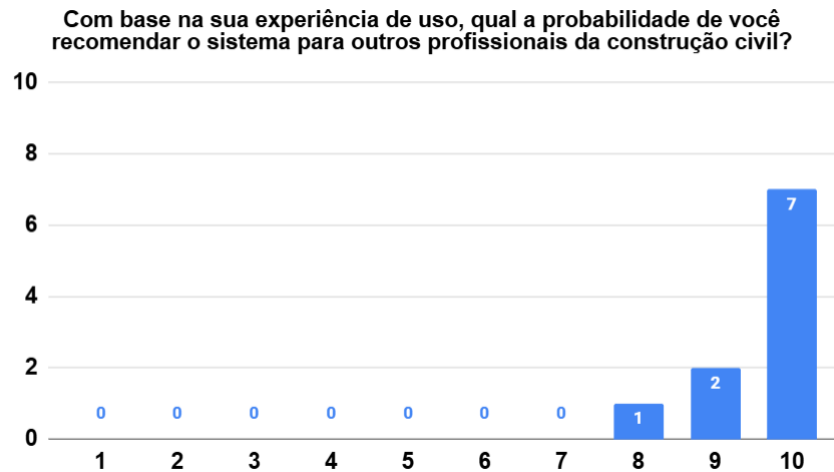
necessidade de treinamentos prévios ou suporte técnico externo. Este fator é crucial para a escalabilidade de soluções de software no setor (SaaS), uma vez que a dependência de suporte oneroso costuma inviabilizar a digitalização de construtoras de pequeno e médio porte.

Ainda sob a ótica da usabilidade, destaca-se a percepção empírica de agilidade e a confiança na organização visual das informações. O sistema apresentou aos usuários duas modalidades otimizadas de decisão: a "Compra Única" e o "Menor Preço". A avaliação da clareza desses modelos obteve expressiva concordância (média de 4,75). Este resultado assume particular relevância quando contrastado com o diagnóstico do método tradicional apresentado na Seção 4.2 desta pesquisa, na qual constatou-se que 41,6% dos orçamentos manuais apresentaram inconsistências ou omissões técnicas.

A plataforma automatizada, portanto, não apenas eliminou o tempo de espera passiva, mas reestruturou o fluxo de dados de forma a resgatar a segurança informacional. O relato convergente dos participantes (nível 4,4 de concordância) confirma que a Inteligência Artificial, ao padronizar as entradas e saídas do banco de dados, blindou o processo contra substituições arbitrárias de especificações técnicas, uma das maiores causas de retrabalho apontadas no cenário manual.

A segunda frente da avaliação qualitativa buscou mensurar o potencial de inserção da tecnologia no mercado competitivo, utilizando-se a metodologia Net Promoter Score (NPS). No ambiente de soluções tecnológicas empresariais (B2B), o NPS transcende a simples métrica de satisfação, atuando como um indicador preditivo de crescimento orgânico e adesão comercial.

Figura 11 - Resultado de pesquisa NPS



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

A aferição do índice de recomendação gerou uma pontuação NPS de 96, posicionando o sistema na zona de excelência [Excelência (75 a 100) / Qualidade (50 a 74) / Aperfeiçoamento (0 a 49)]. O volume de usuários classificados como "Promotores" da solução demonstra que a mitigação das ineficiências logísticas operadas pela IA atende a uma demanda latente dos profissionais de suprimentos. A propensão em indicar a plataforma para parceiros de negócios valida a hipótese de que, uma vez superada a inércia tecnológica inicial, o mercado de engenharia apresenta alta receptividade a inovações que entreguem ganho tangível de produtividade e previsibilidade orçamentária.

Para aprofundar as causas subjacentes a essas pontuações e mapear áreas de atrito não capturadas pelas matrizes numéricas, a pesquisa consolidou feedbacks de caráter qualitativo-descritivo a partir das perguntas: “Qual foi a principal vantagem que você enxergou no uso do sistema no seu dia a dia?” e “O que você sentiu falta ou o que poderia ser melhorado no sistema?”. As respostas às perguntas foram categorizadas mediante análise de conteúdo, separando as evidências em percepções de valor agregado e oportunidades de evolução do produto.

Tabela 5 - Quadro síntese com as principais citações qualitativas dos usuários.

Resposta 01	“Automação de tarefas repetitivas.”
Resposta 02	“Economia de tempo, encontrar vários produtos, controle de compras.”
Resposta 03	“Economia de tempo.”
Resposta 04	“Venda automática pro lojista, muito atrativo pra quem vende.”
Resposta 05	“Economia de tempo, e possibilidade de gerir múltiplas obras somente com uma pessoa.”
Resposta 06	“Economia de tempo e dinheiro.”
Resposta 07	“Facilidade em encontrar os itens necessários e economia de tempo.”
Resposta 08	“Economia de tempo, e sem passar raiva cobrando os vendedores.”
Resposta 09	“Economia massiva de tempo.”
Resposta 10	“Não precisar depender de vendedores para obter um orçamento, fora a agilidade que o processo automatizado entrega.”

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Tabela 6 - Quadro síntese com as principais recomendações dos usuários para futuras melhorias do sistema.

Resposta 01	“Não senti falta de nada.”
Resposta 02	“O sistema poderia abranger um maior número de fornecedores.”
Resposta 03	“Adicionar alguma funcionalidade envolvendo gestão de obras.”
Resposta 04	“Sincronização com os produtos da loja de forma automática.”

Resposta 05	“Maior variedade de produtos.”
Resposta 06	“Nada a considerar.”
Resposta 07	“Nada.”
Resposta 08	“Adicionar endereço exato de uma obra para facilitar entregas.”
Resposta 09	O usuário não apresentou resposta.
Resposta 10	“Mais opções de itens e fornecedores.”

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

O exame fenomenológico das narrativas expostas na tabela 2 e na tabela 3 corrobora substancialmente as métricas quantitativas e qualitativas. Nos relatos positivos, observa-se a forte recorrência de expressões associadas à mitigação da carga de trabalho mecânico, destacando-se constatações como "Economia de tempo". Paralelamente, as sugestões de aperfeiçoamento concentraram-se primariamente em demandas por expansão de escopo, tais como "Mais opções de itens e fornecedores".

A natureza construtiva das críticas formuladas pelos testadores sugere que os profissionais assimilaram rapidamente o valor central da proposta (a automação de cotações), passando a projetar a ferramenta como um hub sistêmico de gestão. Em síntese, o cruzamento das avaliações de usabilidade com a validação de mercado atesta que o protótipo não se limita a um exercício acadêmico de engenharia de software, mas configura-se como uma solução plenamente exequível, intuitiva e dotada de robusto potencial de inserção tecnológica no ecossistema da construção civil.

4.6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A validação de um artefato tecnológico sob os preceitos da *Design Science Research* exige não apenas a comprovação de sua eficiência em cenários controlados, mas também a análise crítica de sua viabilidade prática e capacidade de escalabilidade diante do mercado real da construção civil. Cabe ressaltar que a lista de cinquenta materiais desenhada para a condução metodológica deste experimento possuiu um caráter eminentemente analítico e experimental, funcionando como um Produto Mínimo Viável (MVP) estruturado para cobrir as principais famílias de insumos residenciais (desde a infraestrutura até os acabamentos decorativos). Consequentemente, este escopo delimitado não corresponde ao quantitativo total e fechado de um projeto executivo complexo que demande o cálculo do Custo Unitário Básico (CUB) integral. No entanto, a superioridade absoluta demonstrada pelo modelo automatizado neste recorte prova a solidez de sua arquitetura computacional, fundamentada na eficiência operacional, na mitigação integral do tempo de digitação braçal e na garantia de integridade dos dados comerciais manipulados.

A transição do fluxo manual fragmentado (caracterizado pela dependência crônica de mensagens assíncronas e pelo recebimento de arquivos analógicos desestruturados, como os PDFs e fotografias analisados nas seções anteriores) para um ecossistema digital centralizado confere ao processo de suprimentos um caráter de alta rastreabilidade e blindagem contra erros humanos. Sob a ótica da escalabilidade horizontal, o protótipo desenvolvido demonstra um potencial disruptivo expressivo. Como a camada de inteligência cognitiva apoiada pelo modelo *Gemini 2.5 Flash* opera de forma desacoplada através de chamadas síncronas de API, o aumento no volume de itens de uma lista de compras (passando de cinquenta para milhares de insumos de um projeto de grande porte) não penaliza o desempenho temporal do sistema de maneira linear. O processamento matricial de um arquivo CSV expandido consome frações adicionais de segundos, mantendo a entrega dos resultados em tempo real, algo humanamente impossível de se replicar no modelo convencional (no qual o aumento da lista de materiais estende o esforço de tabulação por dias de trabalho de engenharia).

Ademais, a viabilidade comercial do modelo de negócios sustenta-se na facilidade de integração tecnológica com a cadeia de suprimentos varejista e atacadista regional. A centralização das ofertas em um banco de dados dinâmico pavimenta o caminho para a criação de ecossistemas integrados que conectem fornecedores e construtores de forma

inteligente. Esse relacionamento automatizado reduz drasticamente os custos indiretos associados à gestão de compras e eleva de forma imediata o nível de maturidade tecnológica das pequenas e médias empresas do setor imobiliário privado. Ao estruturar uma plataforma que resolve a assimetria de informações e contorna as limitações individuais de estoque através de inteligência combinatória, o artefato consolida-se como uma solução altamente viável, escalável e pronta para absorver as demandas dinâmicas e complexas da engenharia civil contemporânea.

4.7 APRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS SUPLEMENTARES E DOCUMENTAÇÃO VISUAL

Para conferir total transparência metodológica e permitir a auditabilidade integral do artefato desenvolvido conforme os preceitos da *Design Science Research* (DSR), os elementos estruturais, visuais e operacionais da pesquisa foram devidamente documentados e organizados na forma de apêndices ao final desta monografia (servindo como suporte analítico para as discussões travadas ao longo deste capítulo). O detalhamento inicia-se no apêndice A, o qual reúne a listagem padronizada dos cinquenta materiais de construção utilizados nas simulações experimentais (organizados minuciosamente por categorias normativas, especificações técnicas e quantitativos de consumo). Na sequência, o apêndice B expõe o recorte visual e a estruturação lógica do banco de dados matricial desenvolvido em ambiente de planilhas eletrônicas, evidenciando como as colunas de preços, marcas e logística de frete foram dispostas para viabilizar a leitura e o processamento síncrono por parte do algoritmo. Por fim, o apêndice C apresenta o mapeamento completo da interface gráfica e das telas do protótipo desenvolvido (incluindo os campos de entrada de comandos por linguagem natural, a disposição do layout e os relatórios comparativos finais contendo as modalidades de decisão inteligente), consolidando o registro visual do sistema em funcionamento real e complementando a validação qualitativa abordada nas seções precedentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, S.; RODRIGUEZ, A. **Automation of a business process using robotic process automation (rpa): A case study**. In: . [S.l.: s.n.], 2017. p. 65–71. ISBN 978-3-319-66962-5. 4, 7, 10

CBIC. **Construção Civil cresce 4,3% em 2024 e impulsiona economia nacional**. Brasília: CBIC, 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-civil-cresce-43-em-2024-e-impulsiona-economia-nacional/>. Acesso em: 27 abril 2026.

CBIC. **Mapa da digitalização da construção brasileira**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br>. Acesso em: 10 nov. 2025.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 6. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DIAS, Aniel de Melo; SANTOS, Liliane Cruz Gomes de Souza; DINIZ, Hélio Augusto Goulart. A inteligência artificial na Engenharia Civil. In: RAMALHO, Ednilson (Org.). **Coleção pesquisas em temas de engenharias**. v. 9. [S.l.: s.n.], [2023?]. Cap. 9, p. 218-243. DOI: 10.46898/rfb.239965b3-5d6a-49eb-8c06-7b6be32468e4.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FGV IBRE. **Produtividade do trabalho no Brasil: relatório 2023**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2023. Disponível em: <https://ibre.fgv.br>. Acesso em: 10 nov. 2025.

GEETHA, T.; A, M. M.; INDHUMATHI, M. M. **Speed and precision of robotic process automation system**. In: . [S.l.: s.n.], 2020. p. 384–390.

IBGE. **Sistema de Contas Nacionais Trimestrais: indicadores de 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2025.

JESUS, A. F. et al. O uso do método Design Science Research na Ciência da Informação: uma revisão sistemática da literatura. **AtoZ: Novas Práticas em Informação e Conhecimento**, v. 12, p. 1-13, 2023.

PIMENTEL, M.; FILIPPO, D.; SANTORO, F. M. Design Science Research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais. *In*: JAQUES, P. A. et al. (orgs.). **Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação**. Porto Alegre: SBC, 2023.

ROLF, Benjamin *et al.* A review on reinforcement learning algorithms and applications in supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 61, n. 20, p. 7151-7179, 2023. DOI: 10.1080/00207543.2022.2140221.

Sebrae. **Relatório de Inteligência – Análise do Uso das TICs pela Construção Civil**. Paraná: Sebrae, 2024. Disponível em: https://sebraepr.com.br/impulsiona/relatorio-de-inteligencia-analise-do-uso-das-tics-pela-construcao-civil/?srsltid=AfmBOorMpZI6qAXfj_B5DB19ZD-V8qaL-5liF8Zn0LHonO8ZPdEGFLFI. Acesso em: 27 abril 2026.

VIEIRA, J. A.; LEITE, A. R.; KUHN, A. S. Perspectivas da produção de pesquisa aplicada, inovação e desenvolvimento científico e tecnológico. **Revista Valore**, v. 8, e-8024, 2023.

APÊNDICE A – LISTA PADRONIZADA DE MATERIAIS

Figura A.1 – Lista padronizada dos 50 materiais utilizados nas cotações, separados por categoria, especificação e quantidade.

CATEGORIA	PRODUTO	UNIDADE	QUANTIDADE
Alvenaria e estrutura	Cimento Portland Composto CP II-Z-32 (Saco 50kg)	Un	80
Alvenaria e estrutura	Bloco Cerâmico Vedação 8 furos (9x19x19cm)	Milheiro	3
Alvenaria e estrutura	Areia Média Lavada de Rio (Granulometria 0,6 a 2,0mm)	m³	10
Alvenaria e estrutura	Brita Graduada nº 1 (9,5 a 19mm) - Basalto	m³	8
Alvenaria e estrutura	Vergalhão de Aço CA-50 (10,0mm - 3/8") Barra 12m	Un	25
Alvenaria e estrutura	Vergalhão de Aço CA-60 (5,0mm - 3/16") Barra 12m	Un	15
Alvenaria e estrutura	Arame Recozido de Aço Baixo Carbono BWG 18	Kg	5
Alvenaria e estrutura	Prego de Aço Polido com Cabeça 17x21	Kg	3
Alvenaria e estrutura	Tábua de Pinus Aparelhada (30cm larg x 3m comp x 1")	Un	20
Alvenaria e estrutura	Cal Hidratada para Reboco CH-III (Saco 20kg)	Un	40
Instalações elétricas	Cabo Cobre Flexível 1,5 \$mm^2\$ (Rolo 100m) 750V	Rolo	1
Instalações elétricas	Cabo Cobre Flexível 2,5 \$mm^2\$ (Rolo 100m) 750V	Rolo	2
Instalações elétricas	Cabo Cobre Flexível 4,0 \$mm^2\$ (Rolo 100m) 750V	Rolo	1
Instalações elétricas	Cabo Cobre Flexível 6,0 \$mm^2\$ (Rolo 100m) 750V	Rolo	1
Instalações elétricas	Eletroduto Corrugado PVC 25mm (3/4") Rolo 50m	Rolo	3
Instalações elétricas	Caixa de Embutir Termoplástica 4x2 Antichama	Un	40
Instalações elétricas	Disjuntor Monopolar 20A Curva C - Padrão DIN	Un	10
Instalações elétricas	Disjuntor Bipolar 40A Curva C - Padrão DIN	Un	2
Instalações elétricas	Quadro de Distribuição Embutir p/ 12 disj. DIN	Un	1
Instalações elétricas	Fita Isolante em PVC Antichama (19mm x 20m)	Un	5
Instalações hidráulicas	Tubo PVC Rígido Esgoto 100mm (Barra 6m)	Barra	10
Instalações hidráulicas	Tubo PVC Rígido Esgoto 40mm (Barra 6m)	Barra	6

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Figura A.2 – Lista padronizada dos 50 materiais utilizados nas cotações, separados por categoria, especificação e quantidade.

Instalações hidráulicas	Tubo PVC Soldável Água Fria 25mm (Barra 6m)	Barra	12
Instalações hidráulicas	Tubo PVC Soldável Água Fria 32mm (Barra 6m)	Barra	4
Instalações hidráulicas	Joelho 90° PVC Soldável p/ Água 25mm	Un	30
Instalações hidráulicas	Joelho 90° PVC Esgoto 100mm	Un	10
Instalações hidráulicas	Registro Gaveta Bruto Latão 3/4" (Estria Deca)	Un	4
Instalações hidráulicas	Caixa d'Água Polietileno c/ Tampa 1000 Litros	Un	1
Instalações hidráulicas	Vaso Sanitário Convencional (Saída Vertical)	Un	2
Instalações hidráulicas	Assento Sanitário Plástico Reforçado p/ Vaso	Un	2
Revestimento e acabamento	Piso Cerâmico 60x60cm PEI 4 Borda Bold	M²	85
Revestimento e acabamento	Revestimento Parede 30x60cm Brilhante	M²	40
Revestimento e acabamento	Argamassa Colante AC-I Interior (Saco 20kg)	Un	50
Revestimento e acabamento	Argamassa Colante AC-III (Saco 20kg)	Un	10
Revestimento e acabamento	Rejunte Flexível p/ Cerâmica (Pacote 1kg)	Un	15
Revestimento e acabamento	Caixa de Clipe Espaçador Nivelador de Piso 1.5mm	Un	1
Revestimento e acabamento	Cunha Niveladora Reutilizável p/ Piso 50pcs	Paco	4
Revestimento e acabamento	Soleira em Granito Natural (15cm x 82cm)	Un	5
Revestimento e acabamento	Rodapé Cerâmico Boleado (Altura 7cm)	Metro linear	60
Revestimento e acabamento	Perfil Cantoneira de Alumínio p/ Acabamento	Barra	10
Pinturas e vernizes	Tinta Acrílica Premium Fosca (Lata 18L)	Un	6
Pinturas e vernizes	Massa Corrida PVA p/ Interior (Lata 18L)	Un	8
Pinturas e vernizes	Selador Acrílico Pigmentado (Lata 18L)	Un	2
Pinturas e vernizes	Massa Acrílica p/ Exterior (Lata 18L)	Un	4
Pinturas e vernizes	Rolo de Lã de Carneiro 23cm (Completo c/ cabo)	Un	4

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2026).

Figura A.3 – Lista padronizada dos 50 materiais utilizados nas cotações, separados por categoria, especificação e quantidade.

Pinturas e vernizes	Trincha (Pincel) 2" Cerdas Macias	Un	3
Pinturas e vernizes	Lixa de Papel para Massa nº 120	Folhas	50
Pinturas e vernizes	Lixa de Papel para Massa nº 180	Folhas	30
Pinturas e vernizes	Solvente Aguarrás Mineral (Lata 900ml)	Un	2
Pinturas e vernizes	Fita Crepe p/ Pintura (24mm x 50m)	Un	10

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026).

APÊNDICE B - MOSTRA DO BANCO DE DADOS FEITO NO GOOGLE PLANILHAS

Figura B.1 - Recorte visual da estruturação do banco de dados no Google Planilhas

LOJA 02	CIDADE LOJA 02	MARCA DO PRODUTO LOJA 02	PREÇO UNITÁRIO LOJA 02	LOGÍSTICA DE FRETE 02
LOJA 02	JATAÍ	CSN	R\$ 33,80	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 2.032,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 150,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 184,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 47,17	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 14,20	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	TRIANGULO/MULTILIT	R\$ 16,56	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	BELGO	R\$ 15,41	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 36,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	VOTORANTIN	R\$ 29,12	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	COBRECOM / SIL	R\$ 150,40	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	COBRECOM / SIL	R\$ 200,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	COBRECOM / SIL	R\$ 422,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	COBRECOM / SIL	R\$ 638,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	AMANCO	R\$ 100,00	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	ENERBRAS	R\$ 1,70	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	ENERBRAS	R\$ 10,40	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	ENERBRAS	R\$ 38,09	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 154,08	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	FOX LUX	R\$ 36,49	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	FORTLEV	R\$ 56,88	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	TUBOZAN	R\$ 28,80	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	FORTLEV	R\$ 18,90	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	TUBOZAN	R\$ 49,20	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ		R\$ 0,58	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)
LOJA 02	JATAÍ	AMANCO	R\$ 6,08	ENTREGA SOMENTE EM JATAÍ (GRATUITA)

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

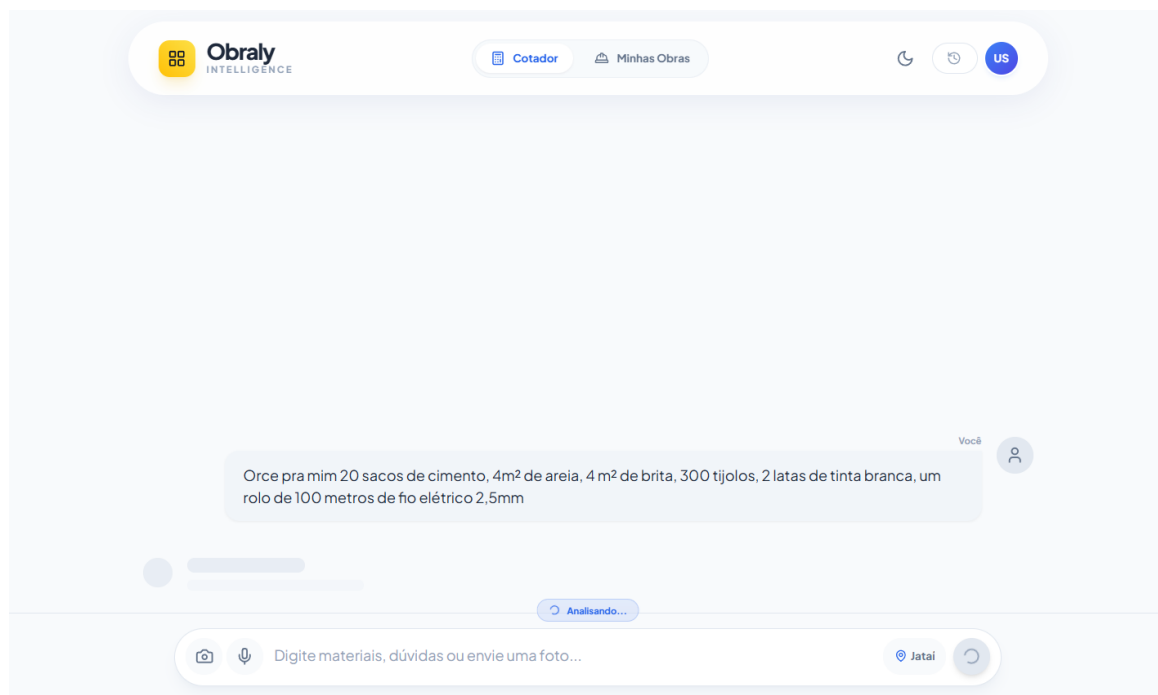
APÊNDICE C - INTERFACE DO PROTÓTIPO DE COTAÇÃO AUTOMATIZADA

Figura C.1 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.



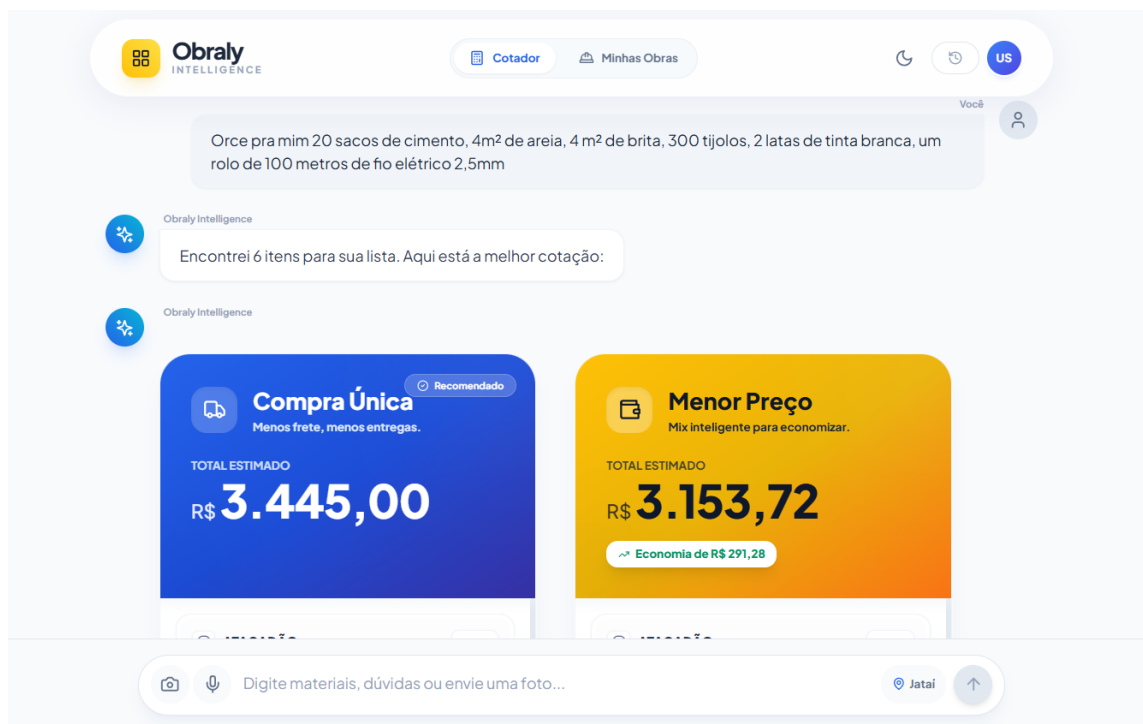
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026).

Figura C.2 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.



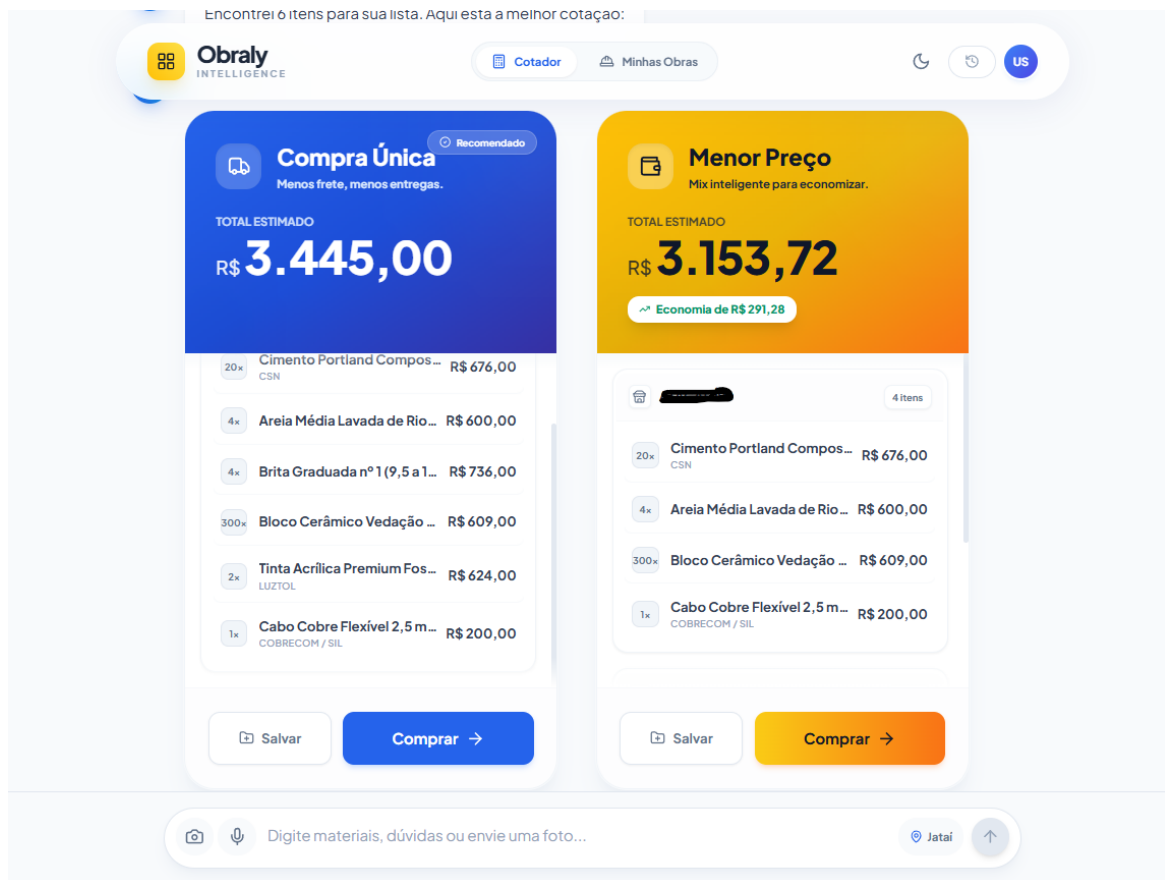
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Figura C.3 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.



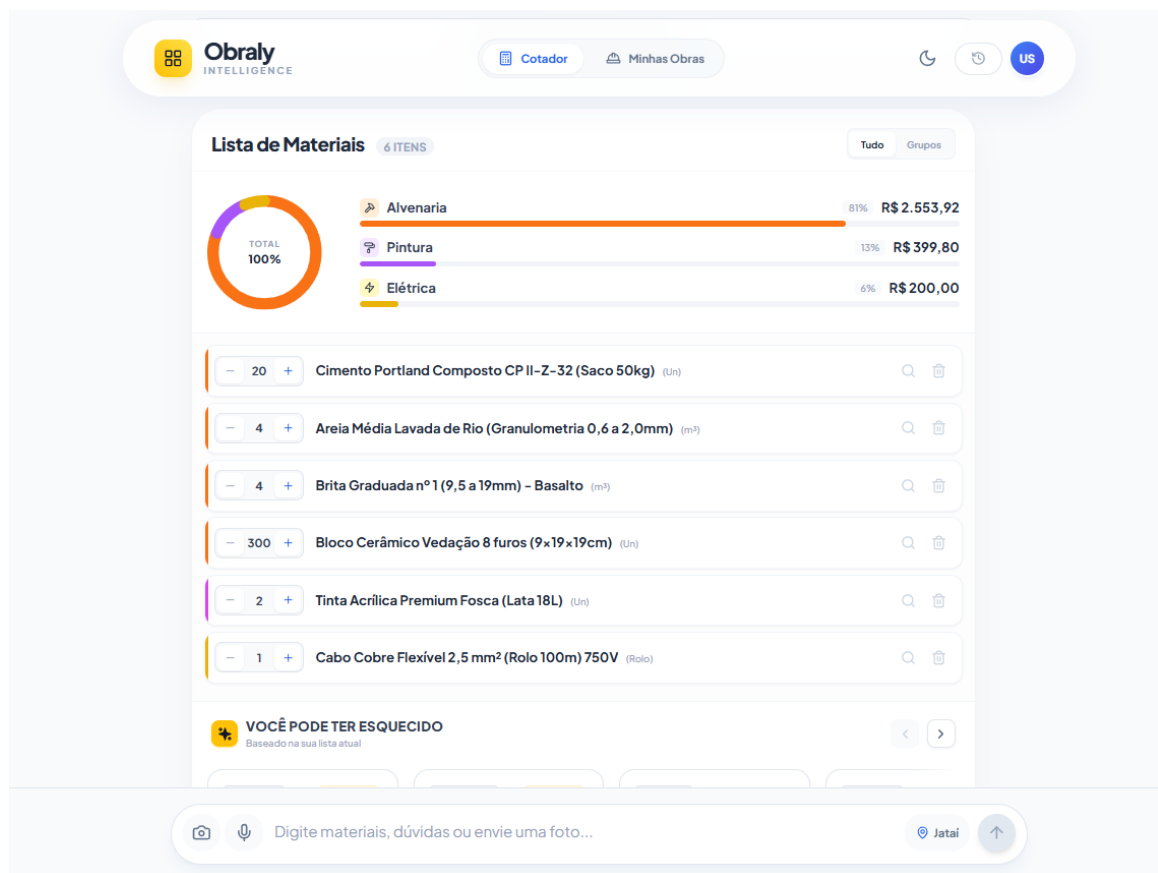
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Figura C.4 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)

Figura C.5 - Interface de interação e geração de orçamentos do protótipo desenvolvido no Google IA Studio.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2026)