

## PROPOSTA DE UMA SOLUÇÃO DIGITAL PARA OTIMIZAR A CRIAÇÃO DE ORÇAMENTOS EM PEQUENOS NEGÓCIOS DE SERVIÇOS TÉCNICOS

Lucca Coutinho Heineck<sup>1</sup>, Roberto Estevão Henz<sup>2</sup>, Edson Moacir Ahlert<sup>3</sup>

**Resumo:** A elaboração manual de orçamentos para prestação de serviços, realizada por meio de planilhas e documentos digitais, como Word e Excel, é um processo demorado, levando em média de 20 a 25 minutos por proposta, e ineficiente, especialmente devido à dificuldade de emissão imediata no local do cliente via dispositivos móveis. Esse contexto caracteriza a problemática central desta pesquisa. O objetivo geral deste estudo é desenvolver e implementar um sistema de orçamentação automatizada e inteligente, capaz de reduzir o tempo de geração de propostas para cerca de 5 a 6 minutos. A metodologia adotada segue uma abordagem de desenvolvimento *low-code*, utilizando a plataforma open source n8n para construir fluxos de trabalho que integram agentes de Inteligência Artificial (IA). A integração da IA é realizada por meio de nós específicos e APIs, automatizando a coleta e processamento de dados, além de permitir a geração textual do documento e cálculos complexos e configuráveis para a personalização dos serviços. Espera-se que a combinação da flexibilidade do n8n com os recursos de IA resulte em uma solução altamente adaptável, capaz de gerar orçamentos e enviar documentos em PDF diretamente aos clientes. Conclui-se que o sistema proposto não apenas democratiza o acesso à automação de processos, mas também transforma a elaboração de orçamentos em uma operação rápida, escalável e eficiente, atendendo à demanda crítica por agilidade de prestadores de serviços técnicos.

**Palavras-chave:** sistema inteligente de orçamentos; automação de processos; n8n; inteligência artificial; eficiência operacional.

---

1 Graduando em Engenharia de Software, Universidade do Vale do Taquari - Univates.

2 Graduando em Engenharia de Software, Universidade do Vale do Taquari - Univates.

3 Professor da Universidade do Vale do Taquari - Univates.

# PROPOSAL FOR A DIGITAL SOLUTION TO OPTIMIZE QUOTATION GENERATION IN SMALL TECHNICAL SERVICE BUSINESSES

**Abstract:** The manual preparation of service cost estimates using spreadsheets and digital documents such as Word and Excel is a time-consuming process, taking an average of 20 to 25 minutes per proposal, and inefficient, particularly due to the difficulty of generating estimates on-site via mobile devices. This research aims to develop and implement an automated and intelligent budgeting system capable of reducing proposal generation time to approximately 5 to 6 minutes. The methodology follows a *low-code* development approach, using the open-source platform n8n to build workflows that integrate Artificial Intelligence (AI) agents through specific nodes and APIs, automating data collection and processing, textual document generation, and complex configurable calculations for service customization. The combination of n8n's flexibility with AI capabilities is expected to result in a highly adaptable solution capable of generating estimates and sending PDF documents directly to clients. The proposed system not only democratizes access to process automation but also transforms the preparation of cost estimates into a fast, scalable, and efficient operation, meeting the critical demand for agility among technical service providers.

**Keywords:** intelligent budgeting system; process automation; n8n; artificial intelligence; operational efficiency.

## 1 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A criação de orçamentos para serviços técnicos, como instalações elétricas e manutenção de equipamentos, ainda é, na maioria das vezes, realizada de forma manual, utilizando planilhas e editores de texto como Word e Excel. No entanto, esse método, embora funcional, torna o processo lento, suscetível a erros e pouco prático para emissão imediata em campo, especialmente quando feito por smartphone e por pequenos empreendedores que atuam diretamente no atendimento ao cliente. A crescente necessidade de agilidade e precisão na geração de propostas comerciais evidencia a necessidade de soluções que automatizam e padronizam esse processo.

Diante desse cenário, torna-se fundamental recorrer a princípios da Engenharia de Software para projetar sistemas que automatizem esse processo e garantam maior eficiência e confiabilidade na geração de orçamentos. Nesse sentido, o desenvolvimento de sistemas deve priorizar a otimização de processos e a redução de esforços repetitivos, conforme destacam Sommerville (2018) e Pressman (2014).

Essa visão é reforçada na literatura moderna, pois Winters, Manshreck e Wright (2020) sustentam que a eficiência de um projeto em larga escala reside em um desenho estruturado que elimine gargalos no fluxo de trabalho e garanta a sustentabilidade do código ao longo do tempo.

O presente projeto aplica o princípio da otimização de processos por meio da automação ao propor uma solução automatizada e inteligente para a orçamentação manual. A automação, neste contexto, evoluiu da mera substituição de tarefas para a racionalização de processos e a orquestração inteligente de fluxos de trabalho flexíveis, integráveis e de baixo custo, essenciais para micro e pequenos empreendedores, como descrevem Deleur e Levis (2021).

Além disso, Steinhoff (2024) destaca que a integração de IA e automação reconfigura atividades de trabalho e amplia o potencial estratégico de processos digitais, contribuindo para decisões mais ágeis e informadas

Assim, este artigo propõe o desenvolvimento e a avaliação conceitual de um sistema automatizado e inteligente de orçamentação, construído a partir de uma abordagem *low-code* utilizando a plataforma n8n. O objetivo central é reduzir o tempo de geração de propostas orçamentárias, oferecendo uma ferramenta prática, acessível e eficiente para empreendedores do setor de serviços técnicos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os fundamentos conceituais que sustentam o desenvolvimento do sistema proposto, abrangendo princípios da engenharia de software, automação de processos, sistemas inteligentes e plataformas *low-code*. A revisão teórica busca estabelecer a base científica e tecnológica necessária para compreender como essas abordagens se articulam na construção de soluções automatizadas para orçamentação e gestão de propostas comerciais.

### 2.1 Fundamentos da Engenharia de Software

A engenharia de software fornece a base metodológica para o desenvolvimento de soluções computacionais confiáveis, eficientes e escaláveis. Segundo Sommerville (2018), trata-se da aplicação sistemática de princípios de engenharia ao desenvolvimento de software, com ênfase em qualidade, manutenção e previsibilidade. Pressman (2014) complementa que a disciplina envolve processos organizados e iterativos de análise, projeto, implementação e verificação, buscando reduzir falhas e otimizar recursos.

Esses fundamentos são essenciais ao propor a automação do processo de elaboração de orçamentos, permitindo estruturar sistemas que substituam tarefas manuais por soluções automatizadas e inteligentes. Winters, Manshreck e Wright (2020) argumentam que a produtividade em projetos de software não decorre do aumento de esforço humano, mas de uma engenharia bem planejada, que elimina gargalos e reutiliza componentes. Tal princípio sustenta a necessidade de automatizar etapas repetitivas, garantindo precisão e eficiência operacional.

## 2.2 Importância do Orçamento nas Organizações

A definição do papel do orçamento na gestão organizacional constitui uma etapa essencial para embasar sua adoção como instrumento metodológico. O orçamento é compreendido como um mecanismo estruturado de alocação de recursos e suporte à decisão, articulando planejamento, execução e controle. Seguindo essa perspectiva, Frezatti (2009) o caracteriza como um plano financeiro alinhado às estratégias corporativas, elaborado de forma sequencial ao planejamento estratégico e operacional.

Padoveze e Taranto (2012) corroboram esse entendimento ao definir o orçamento como a tradução quantitativa do plano de ação da organização, refletindo economicamente os recursos necessários às atividades programadas. Welsch (2010) complementa ao descrevê-lo como um plano administrativo que consolida políticas e objetivos da alta administração, conferindo orientação integrada às operações e reforçando sua função como instrumento de coordenação e direcionamento organizacional.

## 2.3 Sistemas de Orçamentação e Ineficiência Operacional

Sistemas de orçamentação são classificados como sistemas de informação formais, sociotécnicos e organizacionais, projetados para coletar, processar e distribuir informações relevantes para a tomada de decisão. Em serviços, a criação de orçamentos é uma tarefa complexa, envolvendo múltiplas variáveis, como descrição de serviços, preços, prazos e dados do cliente. A dependência de métodos manuais, muitas vezes baseados em julgamento humano, pode gerar desvios, atrasos e alocação incorreta de recursos (Almuthhin; Mohamed, 2025).

A automação desses processos permite padronizar etapas repetitivas, reduzir tempo de execução e melhorar a confiabilidade das informações, viabilizando soluções que combinam eficiência operacional e suporte à decisão.

## 2.4 Conceitos de Automação e Otimização de Processos

A automação não se limita apenas à substituição do trabalho humano por máquinas, mas também envolve a reorganização racional de processos para aumentar a eficiência e a previsibilidade. Deleur e Levis (2021) destacam que a Automação Inteligente de Processos (IPA) moderna integra modelagem de processos, tecnologias avançadas e monitoramento contínuo de desempenho. Steinhoff (2024) complementa que essa integração é crucial, pois a automação é parte integrante da transformação digital global, promovendo maior precisão operacional e liberando o capital humano para atividades estratégicas.

Ao aplicar esses conceitos à orçamentação, torna-se viável automatizar cálculos, a integração de dados e a geração de documentos, garantindo consistência, precisão e economia operacional. A adoção de plataformas *low-*

*code* potencializa essa abordagem, tornando a automação acessível, ágil e configurável para diferentes perfis de usuário (Deleur; Levis, 2021).

## 2.5 Sistemas Inteligentes e Aplicação da Inteligência Artificial

Sistemas de Apoio à Decisão (DSS) integram dados e modelos analíticos para auxiliar gestores em escolhas estruturadas e semiestruturadas, oferecendo suporte baseado em informações consolidadas (Turban; Aronson; Liang, 2007). O uso de Inteligência Artificial (IA) nesses sistemas não exige, necessariamente, algoritmos complexos. Modelos simples de previsão, como regressões lineares básicas ou métodos de extrapolação a partir de séries históricas, podem ser suficientes para gerar estimativas úteis em contextos de pequenas empresas, onde os conjuntos de dados tendem a ser limitados e a variabilidade é moderada.

No processo de orçamentação, a IA pode auxiliar ao identificar tendências e padrões em dados financeiros anteriores, como receitas, despesas recorrentes e sazonalidade. Ferramentas inteligentes também podem emitir alertas quando valores projetados divergem de padrões históricos, apoiando o usuário na detecção precoce de inconsistências. Em ambientes com infraestrutura modesta, integrações simples com plataformas de *Business Intelligence* permitem visualização dos resultados e acompanhamento incremental, sem depender de arquiteturas sofisticadas de nuvem ou automações complexas.

Nesse contexto, a incorporação de IA para suporte à decisão em DSS voltados à orçamentação não visa substituir o julgamento do gestor, mas fornecer bases quantitativas elementares que reduzam incertezas e auxiliem na formulação de cenários financeiros realistas.

## 2.6 Plataformas *Low-Code* e Democratização da Automação

O paradigma *low-code* tem revolucionado o desenvolvimento de sistemas ao permitir que usuários com pouco conhecimento técnico criem soluções automatizadas robustas e escaláveis por meio de interfaces visuais e componentes pré-construídos (Ruecker, 2021). Esse modelo reduz a dependência de equipes de desenvolvimento especializadas, acelerando o ciclo de entrega de software e ampliando o acesso à inovação tecnológica. Plataformas como o n8n, Zapier e Make exemplificam essa tendência, oferecendo integração simplificada via APIs, execução de cálculos personalizados, manipulação de dados e automação de processos administrativos, contábeis e de orçamentação.

Essas plataformas, embora variem em termos de funcionalidade e foco, compartilham um objetivo comum: democratizar o uso de tecnologias avançadas, tornando-as acessíveis não apenas a grandes corporações, mas também a micro e pequenas empresas. Elas permitem que organizações menores implementem soluções de automação com custos significativamente

mais baixos, reduzindo a dependência de desenvolvedores especializados e proporcionando maior autonomia operacional.

Além disso, a possibilidade de integração com serviços de Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning* (ML) amplia o potencial dessas ferramentas, permitindo a criação de fluxos automatizados que incluem análise preditiva, geração automática de relatórios e adaptação dinâmica a mudanças nos indicadores financeiros. Plataformas como n8n, por exemplo, permitem a integração com sistemas de IA para otimizar processos e gerar insights mais precisos, enquanto Zapier e Make oferecem soluções de integração ágil entre uma infinidade de aplicativos e serviços.

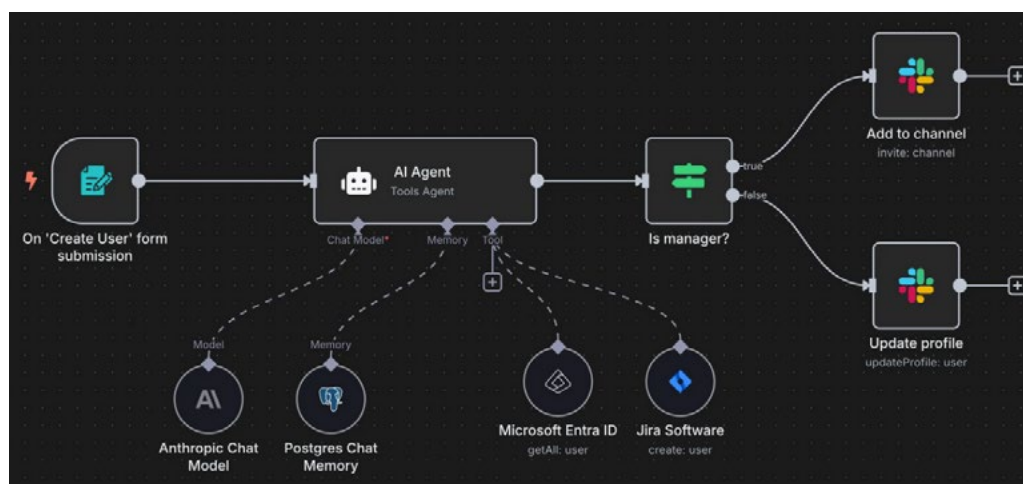
Essa combinação entre acessibilidade, flexibilidade e inteligência torna as plataformas *low-code* não apenas uma tendência emergente, mas um vetor estratégico para a modernização da gestão orçamentária. Elas favorecem decisões mais ágeis, baseadas em dados, e alinhadas à eficiência operacional, criando uma ponte entre a tecnologia avançada e a realidade de negócios de todos os portes.

## 2.7 A ferramenta n8n

Dentre as ferramentas que aplicam o conceito *low-code*, o n8n destaca-se como uma plataforma de automação de fluxo de trabalho de código aberto. Sua arquitetura é fundamentada em uma interface visual baseada em “nós” (nodes), onde cada nó representa uma operação discreta, como ler uma planilha, consultar um banco de dados, executar lógica condicional, chamar uma API de IA ou enviar uma notificação.

Os usuários constroem um fluxo de trabalho conectando esses nós, o que permite que os dados sejam processados e transformados passo a passo, automatizando um processo de negócio de ponta a ponta, conforme ilustrado na Figura 1 (n8n, 2025).

Figura 1 - Exemplo de um fluxo de trabalho na interface do n8n



Fonte: n8n (2025).

A relevância do n8n para este projeto reside em sua alta flexibilidade. Embora seja *low-code*, ele permite a inserção de código customizado em nós específicos para manipulação de dados complexos ou lógica de negócios que vai além dos nós padrões. Essa capacidade, combinada com a possibilidade de auto-hospedagem, que garante às pequenas empresas controle total sobre seus dados e custos, torna o n8n uma escolha estratégica para a criação de um sistema de orçamentação automatizado, adaptável e integrado.

## 2.8 Segurança de Dados, Privacidade e Conformidade com a LGPD

Sistemas que tratam dados pessoais, como informações de clientes, registros de serviços e orçamentos, exigem mecanismos explícitos de governança de dados, controle de acesso e mitigação de riscos associados a vazamentos e uso indevido. A Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018) estabelece que o tratamento de dados pessoais deve seguir princípios como finalidade, adequação, necessidade e *accountability*, exigindo base legal para coleta, retenção mínima e mecanismos de transparência. A legislação impõe obrigações práticas aos sistemas de informação, incluindo anonimização quando possível, registros de atividades e medidas técnicas e administrativas para prevenir incidentes de segurança (Brasil, 2018).

No contexto de automação com serviços externos, como APIs de IA ou plataformas de mensageria, o risco aumenta devido ao compartilhamento de dados com terceiros. Segundo o relatório do *European Union Agency for Cybersecurity*, arquiteturas que utilizam serviços externos exigem controles de segurança distribuídos, com autenticação robusta, criptografia ponta a ponta e segregação de dados, além de avaliação de impacto de privacidade (ENISA,



2021). Em sistemas para microempreendedores, tais práticas devem ser incorporadas desde o início do projeto, pois o descuido com privacidade pode gerar vulnerabilidades operacionais e responsabilização legal.

## 2.9 Usabilidade Móvel e Adoção Tecnológica por Microempreendedores

O desempenho de sistemas voltados a pequenos prestadores de serviço depende da capacidade de reduzir carga cognitiva, minimizar esforço em formulários e adequar a interface aos contextos de uso móvel. Nielsen (2020) descreve que interfaces eficazes devem priorizar a visibilidade do estado do sistema, consistência e prevenção de erros, reduzindo etapas e complexidade perceptual (Nielsen, 2020). Em ambientes móveis, padrões de interação simplificados, feedback imediato e design minimalista são essenciais para reduzir atritos no preenchimento de dados, especialmente quando o usuário opera sob tempo limitado durante o atendimento.

Além dos princípios universais de usabilidade, a adoção tecnológica por micro e pequenas empresas apresenta barreiras vinculadas ao capital humano e ao perfil socioeconômico. Venkatesh *et al.* (2016) demonstram que fatores como expectativa de desempenho, esforço percebido e apoio social influenciam diretamente a aceitação tecnológica, sendo mais sensíveis em contextos com baixa familiaridade digital (Venkatesh *et al.*, 2016). Em sistemas de orçamentos, interfaces longas, exigência de múltiplos campos e ausência de orientação reduz a intenção de uso, destacando a necessidade de modelos interativos simples, com preenchimento incremental e aproveitamento de dados previamente cadastrados.

## 3 TRABALHOS RELACIONADOS

A seleção dos trabalhos foi realizada nas bases de dados acadêmicas Google Scholar e Scopus, na Biblioteca da Univates, e complementada por buscas gerais na web por soluções aplicadas. Foi estabelecido um critério de atualidade, restringindo a busca a publicações dos últimos 10 anos (2015-2025), com prioridade para as mais recentes. Para garantir maior abrangência e relevância, os termos de busca foram utilizados em inglês, incluindo: “automation”, “quotation system”, “AI in quote generation” e “n8n automation”.

A partir dos resultados, o critério de inclusão foi a relevância direta, selecionando-se artigos e recursos que descrevessem uma solução digital ou que resolvessem um problema de automação análogo ao deste trabalho. Dessa forma, foram incluídas pesquisas acadêmicas e soluções aplicadas que exploram o uso de inteligência artificial, integração de sistemas e automação de tarefas administrativas, com ênfase em aplicações práticas para pequenas e médias empresas.



### **3.1 Accounting Automation With *n8n*: Possibilities, Limits, And Impacts For Small Businesses**

Cunha (2025) investiga o uso do *n8n* como ferramenta *open-source* e *no-code* para automatizar tarefas contábeis rotineiras. O autor demonstra que a integração de APIs e serviços externos reduz falhas humanas e libera tempo para análises estratégicas. Apesar dos benefícios, o estudo alerta para desafios em segurança, suporte técnico e conformidade regulatória, ressaltando a necessidade de implementação planejada.

### **3.2 AI-Driven Budget Estimation in End-User Software Engineering: An Excel-Python Approach**

Almuthhin e Mohamed (2025) propõem um modelo de estimativa de orçamento com IA, integrando Excel, Python e Django. O sistema utiliza redes neurais e regressão linear para prever custos com alta precisão, oferecendo uma interface acessível a usuários sem experiência em programação. O trabalho destaca a importância da confiabilidade das previsões e da democratização do uso de IA em ambientes corporativos.

### **3.3 Design and Implementation of a Smart Quotation System**

Patel e Jaumard (2017) descrevem um sistema inteligente de cotações que combina *machine learning* e feedback automatizado para otimizar processos de orçamento. O sistema aprende com dados históricos, melhora continuamente suas estimativas e reduz a carga de trabalho manual. Os autores concluem que soluções automatizadas aumentam a consistência e a agilidade em contextos de grande volume de solicitações.

### **3.4 WBudget**

O WBudget (WLabs, 2025) oferece uma solução prática de geração de propostas comerciais em poucos minutos, integrando IA generativa (como o ChatGPT) para redigir descrições de produtos e cláusulas contratuais. Inclui módulos de custos e impostos, controle de versões e compatibilidade multiplataforma. O estudo mostra que a combinação de automação e IA pode elevar a produtividade e a padronização em processos comerciais.

### **3.5 Designing an Automated Quotation System That Supports Automated Guidance**

Swerts (2019) redesenha um sistema de cotações para a indústria de bombas de calor, aplicando a metodologia DSRM. O novo sistema reduz o tempo de resposta de semanas para minutos, garantindo escalabilidade e precisão em grande volume de pedidos. O autor conclui que a automação

inteligente é essencial para manter a eficiência e a qualidade em setores de alta demanda.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa adota uma abordagem aplicada, exploratória e com caráter experimental, orientada ao desenvolvimento e à validação conceitual de uma solução digital para automatizar o processo de elaboração de orçamentos em pequenos negócios de serviços técnicos. O método foi organizado em etapas sequenciais, permitindo observar o problema, definir requisitos funcionais e implementar um protótipo na plataforma *low-code* n8n. Essa ferramenta viabiliza a criação de fluxos integrados por meio de nós visuais, favorecendo ajustes incrementais sem necessidade de programação extensa.

### 4.1 Levantamento e Análise do Problema

Para identificar empiricamente o contexto operacional e validar a existência do problema, foi realizado um contato por conveniência com microempreendedores da região de Lajeado (RS). A partir desse processo, conduziu-se uma entrevista semiestruturada com o proprietário de uma microempresa que atua nas áreas de elétrica, climatização e higienização de reservatórios de água. O objetivo foi compreender o processo atual de elaboração de orçamentos, as ferramentas utilizadas e as principais dificuldades observadas.

A entrevista foi organizada em blocos temáticos:

1. Ferramentas utilizadas atualmente: meios empregados para elaborar orçamentos e formato de entrega ao cliente;
2. Tempo e esforço de elaboração: duração média e etapas do processo;
3. Dificuldades e pontos de retrabalho: gargalos operacionais, limitações das ferramentas e erros recorrentes;
4. Necessidades percebidas: funcionalidades desejadas em uma solução digital, prioridades e expectativas.

A sessão teve duração aproximada de 15 minutos, foi registrada em áudio e posteriormente transcrita. Para a análise, adotou-se leitura sistemática do material, com categorização manual dos trechos de acordo com os blocos temáticos definidos. A categorização buscou identificar padrões de comportamento, pontos de dor (*pain points*) e oportunidades de solução alinhadas ao escopo do projeto.

O entrevistado relatou que os orçamentos são elaborados manualmente utilizando Microsoft Word e Excel. O processo envolve preenchimento das informações, exportação para PDF e envio por e-mail ou WhatsApp, levando em média 20 a 25 minutos por proposta. Essa sequência foi apontada como uma

fonte recorrente de atraso e retrabalho, especialmente quando há necessidade de correção ou reenvio.

Entre as necessidades levantadas, o participante indicou preferência por uma solução simples e acessível em dispositivos móveis, com geração rápida de orçamentos em PDF e envio automático ao cliente. Foram mencionadas funcionalidades adicionais:

- Cadastro de clientes para evitar reintrodução manual de dados;
- Registro e edição de serviços com valores personalizados, sem dependência de tabelas externas;
- Armazenamento histórico de orçamentos, permitindo consulta a propostas anteriores;
- Relatórios de serviços realizados e valores aprovados, auxiliando no acompanhamento de resultados.

A categorização dos dados evidenciou que as ineficiências não estão associadas à precificação em si, mas ao fluxo manual e repetitivo de preparação e envio dos documentos. As informações levantadas permitiram identificar claramente a oportunidade de automação do processo e forneceram base para o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema, contribuindo para a definição inicial do escopo da solução.

## **4.2 Definição dos Requisitos**

Com base nos resultados da etapa de diagnóstico, foi elaborado um modelo conceitual do sistema automatizado, no qual foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais necessários para orientar o desenvolvimento. Esses requisitos foram estruturados de forma a contemplar tanto as funcionalidades essenciais quanto às restrições de qualidade e operação previstas.

Os requisitos funcionais representam as ações que o sistema deve executar e foram organizados conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Requisitos Funcionais

Requisitos Funcionais
<b>RF001 – Cadastro e Edição de Clientes</b> – O sistema deve permitir o cadastro e edição de clientes (nome, telefone, e-mail e endereço).
<b>RF002 – Cadastro e Edição de Serviços do Catálogo</b> – O sistema deve permitir o cadastro e edição de serviços oferecidos, formando um catálogo (nome, descrição, valor).
<b>RF003 – Criação de Orçamentos</b> – O sistema deve permitir criar orçamentos, selecionando um cliente e os serviços/itens do catálogo.
<b>RF004 – Cálculo Automático do Valor do Orçamento</b> – O sistema deve calcular automaticamente o valor total do orçamento a partir dos serviços/itens escolhidos.
<b>RF005 – Histórico de Orçamentos</b> – O sistema deve salvar orçamentos realizados, mantendo um histórico consultável.
<b>RF006 – Geração de Orçamento em PDF</b> – O sistema deve permitir gerar um orçamento em PDF com os dados do cliente, os serviços/itens escolhidos e o valor total.
<b>RF007 – Listagem de Orçamentos e Vendas</b> – O sistema deve exibir uma lista de orçamentos e vendas realizadas, mostrando cliente, data, serviços e valor total.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os requisitos não funcionais abrangem características de desempenho, confiabilidade, usabilidade e demais restrições técnicas associadas ao sistema. Esses elementos são apresentados na Figura 3.

Figura 3 - Requisitos Não-Funcionais

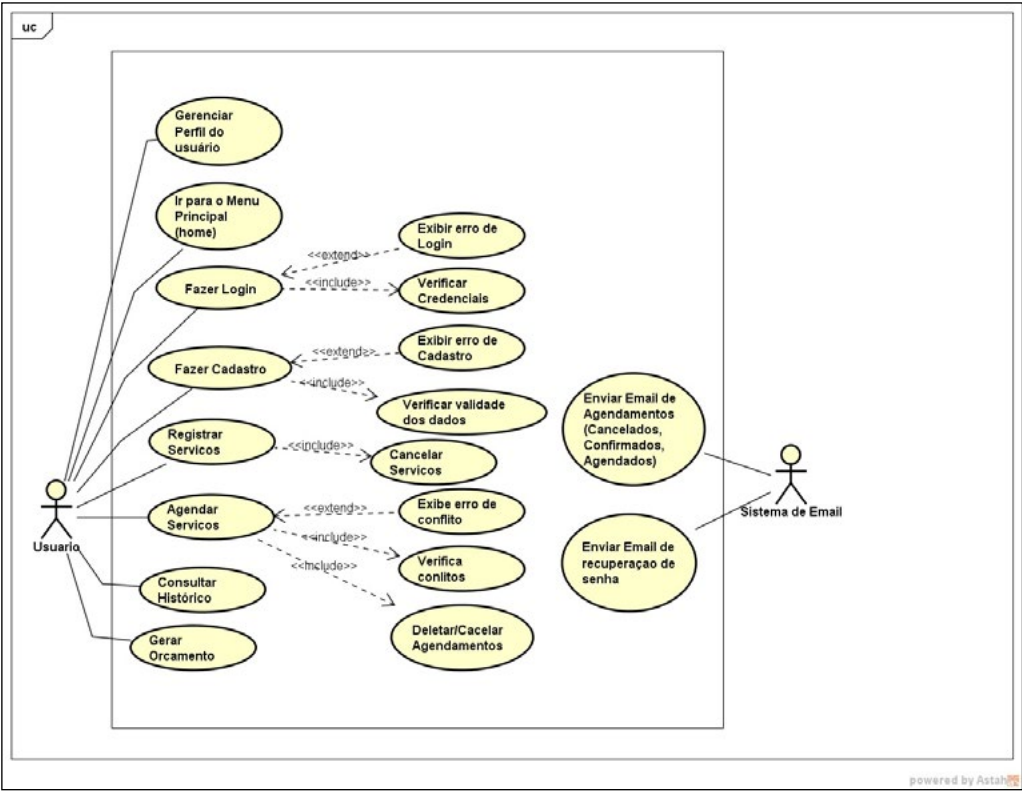
Requisitos Não-Funcionais
<b>RNF001 – Interface Simples e Intuitiva</b> – O sistema deve ter interface simples e de fácil uso.
<b>RNF002 – Responsividade em Computador</b> – O sistema deve ser responsivo, funcionando bem em computador.
<b>RNF003 – Armazenamento Seguro e Persistente</b> – O sistema deve armazenar os dados de clientes, serviços e orçamentos de forma segura, garantindo que não sejam perdidos ao fechar o sistema.
<b>RNF004 – Qualidade do PDF Gerado</b> – O PDF gerado deve ser legível, bem estruturado e conter todas as informações do orçamento.
<b>RNF005 – Compatibilidade com Navegadores Modernos</b> – O sistema deve funcionar nos principais navegadores modernos (Chrome, Edge, Firefox).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O conjunto de requisitos forneceu base estruturada para o desenvolvimento do protótipo, servindo como referência durante as etapas de implementação, testes e validação.

Além disso, foram definidos os fluxos de informação e a interação do usuário com o sistema por meio de um Diagrama de Casos de Uso, que representa graficamente as principais funcionalidades disponíveis e a relação entre os atores envolvidos.

Figura 4 - Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O diagrama ilustra as interações previstas entre o usuário e o sistema, incluindo a comunicação com serviços externos. Essa representação utiliza a notação UML (*Unified Modeling Language*) e estabelece limites e responsabilidades de cada componente, facilitando a compreensão das operações que poderão ser implementadas.

### 4.3 Arquitetura da solução

A arquitetura proposta para o sistema de orçamentação automatizada foi concebida para viabilizar a integração entre o aplicativo móvel utilizado pelo prestador de serviços, o ambiente de automação n8n e os serviços externos destinados ao armazenamento e à comunicação com o cliente. O modelo segue uma organização modular orientada a fluxos, na qual cada componente desempenhará funções específicas dentro de um processo centralizado no n8n.

Pretende-se utilizar o n8n como núcleo da arquitetura em virtude de sua capacidade de automação *low-code/no-code* e de seu papel como mecanismo de orquestração de fluxos de trabalho. Essa abordagem busca acelerar o

desenvolvimento inicial e simplificar a manutenção dos processos de integração. Nesse cenário, o n8n deverá receber os dados enviados pelo aplicativo móvel, validar as informações e acionar as operações associadas ao banco de dados e aos serviços de geração e envio dos orçamentos.

O fluxo principal será iniciado quando o usuário do aplicativo registrar os dados de um novo orçamento, incluindo informações do cliente, descrição dos serviços, valores estimados e prazos. Esses dados deverão ser transmitidos ao n8n por meio de chamadas HTTPS autenticadas. Após o processamento, o n8n acionará nós responsáveis por:

- Armazenar os dados no banco de dados relacional PostgreSQL;
- Realizar verificações de consistência dos valores informados;
- Gerar o documento PDF do orçamento, utilizando um modelo padronizado;
- Retornar uma prévia ao aplicativo, possibilitando validação antes do envio ao cliente.

O aplicativo móvel atuará como camada de apresentação, iniciando o fluxo de envio de dados e exibindo a visualização do orçamento. A comunicação com o n8n será prevista exclusivamente via requisições HTTPS autenticadas, com o objetivo de garantir rastreabilidade e segurança. O banco de dados relacional deverá armazenar informações de clientes, serviços e registros históricos de orçamentos, permitindo consultas futuras.

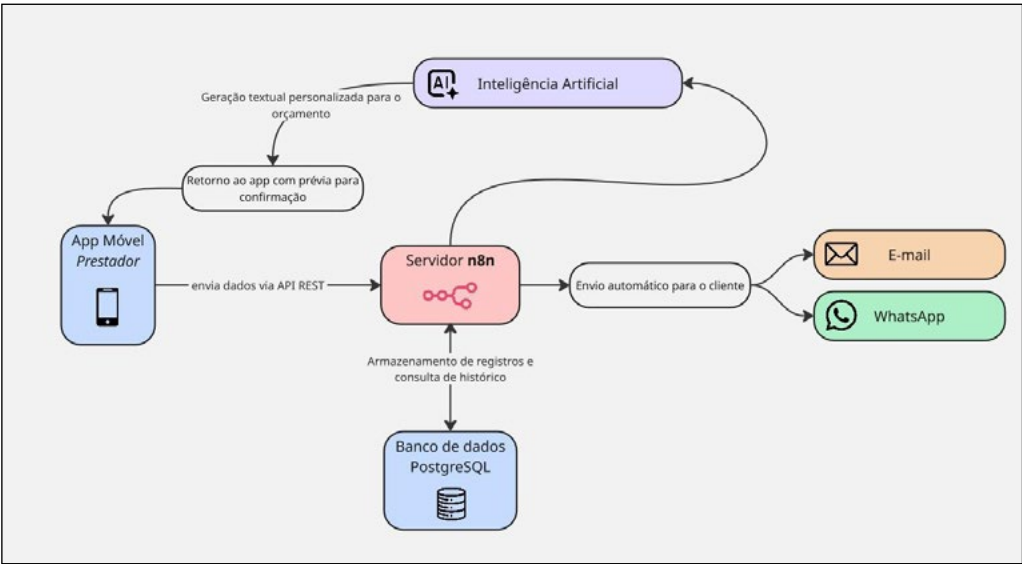
A arquitetura também prevê a possibilidade de integração com serviços de inteligência artificial para tarefas complementares, como ajustes de linguagem no texto do orçamento. Esses serviços seriam acionados por nós específicos no n8n e operariam como componentes auxiliares, sem alterar a lógica estrutural da automação.

A comunicação entre os componentes seguirá uma topologia cliente-servidor organizada em três camadas:

1. Camada de Apresentação: aplicativo móvel utilizado pelo prestador;
2. Camada de Lógica e Automação: servidor n8n com fluxos orquestrados;
3. Camada de Persistência e Saída: banco de dados relacional e APIs de e-mail ou WhatsApp para envio das propostas.

Essa divisão pretende facilitar a escalabilidade, a manutenção e a substituição modular de componentes ao longo do desenvolvimento. A Figura 5 apresenta a visão geral dessa arquitetura proposta.

Figura 5 - Arquitetura geral da solução de orçamentação automatizada



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

## 5 RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresentará os efeitos técnicos e operacionais esperados a partir da implementação futura da solução automatizada de orçamentos. Como não há testes completos nem um sistema finalizado, toda a análise será prospectiva e limitada ao que pode ser inferido a partir dos requisitos definidos, do modelo arquitetural e dos protótipos já elaborados. A avaliação definitiva dependerá da execução posterior de testes funcionais, de desempenho e de usabilidade.

### 5.1 Resultados parciais

Os resultados parciais apresentados nesta etapa correspondem à construção dos primeiros protótipos do sistema, tanto no fluxo automatizado desenvolvido no n8n quanto na interface do aplicativo móvel criada no Figma. Esses artefatos permitem observar a viabilidade técnica das funcionalidades propostas, identificar limitações iniciais e orientar ajustes necessários antes da integração completa entre as duas partes do sistema.

#### 5.1.1 Protótipo do fluxo no n8n

O desenvolvimento do fluxo automatizado foi realizado na plataforma n8n, que desempenha o papel de orquestrador central do sistema. O fluxo foi modelado de forma modular, garantindo clareza na lógica de execução e



facilitando futuras expansões. Cada nó (*node*) representa uma etapa funcional do processo de geração, validação e envio de orçamentos, compondo um pipeline completo desde a entrada dos dados até a comunicação final com o cliente.

O fluxo inicia-se com o nó de entrada HTTP Trigger, que recebe as informações enviadas pelo aplicativo móvel. Esse nó é responsável por interpretar a requisição, extrair os dados do orçamento e encaminhá-los para os próximos módulos de processamento. A seguir, um nó de Função (*Function Node*) executa a formatação e validação dos dados, garantindo a consistência de valores, campos obrigatórios e estrutura dos objetos recebidos.

Após a validação, o fluxo segue para o nó de Banco de Dados (MySQL ou PostgreSQL Node), responsável por registrar os dados do cliente e do orçamento, preservando o histórico das operações. Essa persistência de dados serve de base para a etapa subsequente de análise preditiva de preços.

Nesta etapa, o n8n aciona um nó de integração com Inteligência Artificial (*OpenAI Node*), que executa um modelo preditivo capaz de estimar o preço ideal do orçamento com base em dados históricos armazenados no banco. A análise considera variáveis como categoria do serviço, tempo estimado, materiais utilizados e valores anteriores, retornando uma sugestão otimizada de preço. Esse resultado é incorporado ao orçamento antes da geração do documento, funcionando como um mecanismo de apoio à decisão e de padronização de preços.

Em seguida, o sistema ativa um nó de Geração de Documento (HTTP Request + serviço externo), responsável por criar o orçamento em formato PDF a partir de um modelo padronizado. O documento é armazenado temporariamente em um diretório configurado no servidor ou em serviço de armazenamento externo (como Google Drive), de acordo com a infraestrutura disponível.

Uma vez gerado o documento, o fluxo segue para o nó de Retorno (*Webhook* ou *HTTP Response*), que envia uma prévia do orçamento ao aplicativo móvel, permitindo que o usuário visualize e confirme o envio. Caso o prestador de serviços confirme a proposta, um nó condicional (*IF Node*) é ativado, direcionando o fluxo para os módulos de comunicação externa.

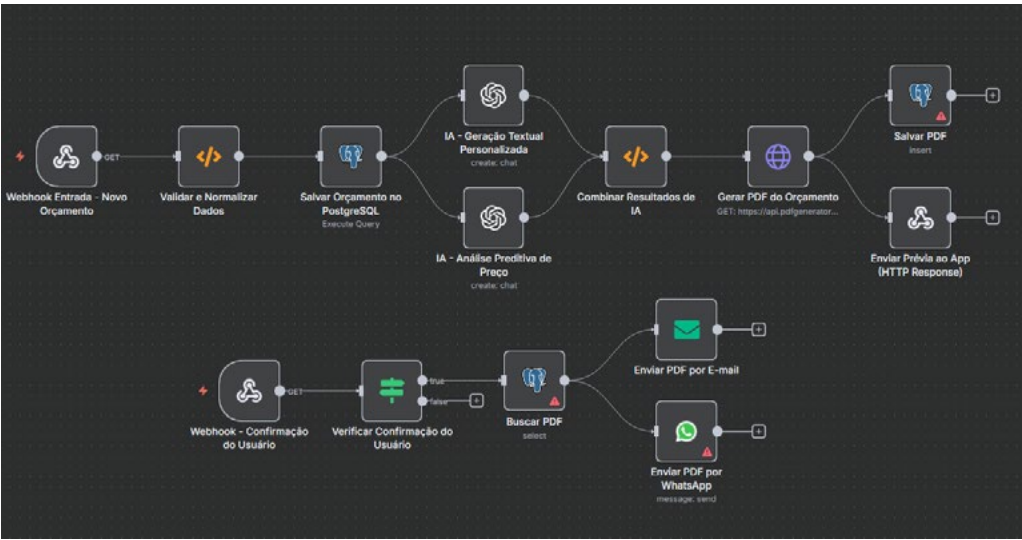
A etapa final do processo compreende dois caminhos de saída:

1. Nó de E-mail (*Email Send Node*) - envia automaticamente o orçamento em PDF para o endereço do cliente, com mensagem personalizada e cópia para o prestador;
2. Nó de WhatsApp (*HTTP Request Node*) - realiza o disparo da mensagem com o link do orçamento via integração de API (por exemplo, Twilio ou Meta Graph API), ampliando os canais de comunicação disponíveis.

O fluxo é configurado para registrar logs de execução e erros em uma tabela separada do banco de dados, garantindo auditoria e controle operacional. Além disso, o n8n permite a inclusão de nós adicionais, como chamadas a APIs de IA generativa para gerar descrições automáticas dos serviços ou ajustar o texto do orçamento conforme o perfil do cliente, agregando maior nível de personalização.

Esse design modular proporciona robustez e flexibilidade, permitindo que o mesmo fluxo seja facilmente adaptado para diferentes contextos de uso, sem a necessidade de reescrever código. A Figura 6 ilustra a sequência de execução do fluxo principal implementado no n8n.

Figura 6 - Fluxo implementado no n8n



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

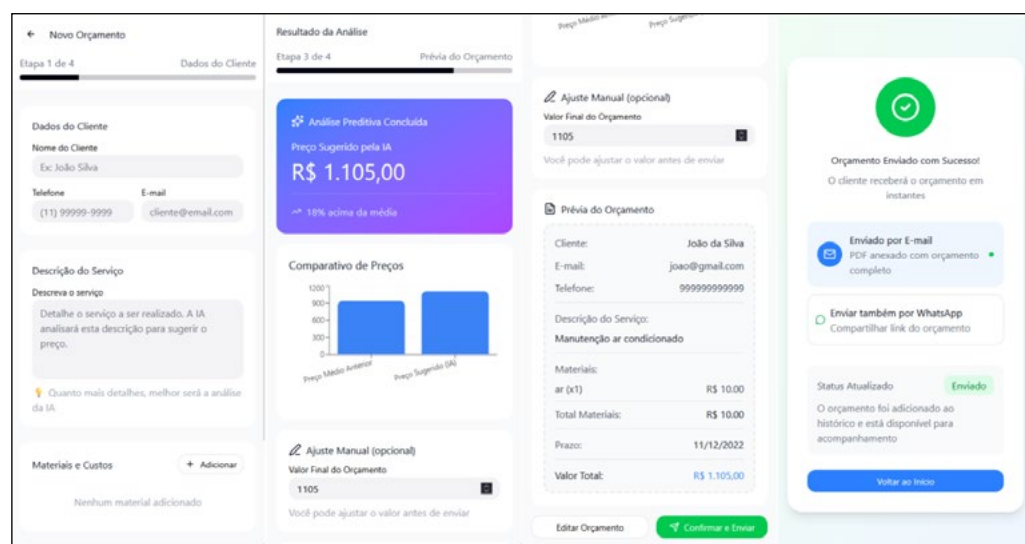
### 5.1.1 Protótipo de telas do aplicativo móvel no Figma

O desenvolvimento paralelo do protótipo de interface foi realizado no Figma Make, com foco em representar o fluxo funcional previsto para o aplicativo móvel. O conjunto de telas inclui cadastro de clientes, seleção de serviços, revisão dos dados e envio da solicitação para o n8n.

Os protótipos permitem visualizar o percurso de interação esperado no uso em campo e fornecem insumos para avaliar clareza dos rótulos, disposição das informações, tamanho dos componentes e carga cognitiva associada às tarefas. Foram identificados pontos críticos relacionados a formulários extensos e redundância de entrada de dados, que já foram ajustados para reduzir o esforço de preenchimento.

As telas representam o modelo conceitual do sistema e fornecem base para validar requisitos funcionais antes da implementação definitiva. Esse protótipo também auxiliou na identificação de dependências diretas entre a interface e o fluxo n8n, especialmente no que diz respeito à padronização das entradas exigidas para evitar inconsistências no processamento. A Figura 7 apresenta o conjunto parcial de telas construídas.

Figura 7 - Protótipo de telas para o aplicativo móvel



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Essa interface é dividida em etapas sequenciais, garantindo uma navegação intuitiva e organizada durante o processo de geração do orçamento.

## 5.2 Resultados esperados

Os resultados esperados foram definidos com base nos objetivos gerais do projeto, nas limitações identificadas e nas evidências preliminares obtidas nos protótipos iniciais. Esses resultados possuem caráter hipotético e dependem de validação empírica.

**Redução do tempo de elaboração de orçamento:** Espera-se que a automação do fluxo no n8n reduza o tempo necessário para gerar e enviar um orçamento em comparação com o processo manual. O protótipo sugere que, após integração completa, o tempo possa ser reduzido de aproximadamente 20–25 minutos para cerca de 5–6 minutos por atendimento. Essa estimativa será testada empiricamente com usuários.

**Padronização e diminuição de erro:** A geração automatizada do documento, aliada à validação estruturada no aplicativo, tende a reduzir

inconsistências de entrada e variações na descrição dos serviços. O fluxo proposto no n8n operacionaliza regras fixas de cálculo e formatação, o que poderá reduzir retrabalho. A magnitude dessa redução será avaliada nos testes.

**Qualidade percebida do orçamento:** A utilização de modelos de IA para sugerir textos e ajustes de linguagem poderá melhorar a clareza do documento. Não há evidências empíricas sobre impacto em satisfação ou confiabilidade; os resultados dependerão de coleta sistemática.

**Aceitação pelo usuário:** Prevê-se que a simplificação da interface e o envio automatizado via múltiplos canais contribuam para maior adoção por parte de prestadores. Essa hipótese será avaliada por testes de usabilidade e questionários padronizados.

**Escalabilidade operacional:** A arquitetura modular baseada no n8n permite expansão incremental sem reescrita integral dos componentes. Testes posteriores deverão verificar se a performance permanece adequada com aumento de volume.

### 5.3 Plano de avaliação e métricas

O plano de avaliação foi estruturado para validar empiricamente as hipóteses descritas na seção anterior. Serão realizados testes com usuários e ensaios técnicos controlados sobre o fluxo automatizado.

#### 5.3.1 Avaliação da usabilidade do aplicativo móvel

A avaliação seguirá duas etapas complementares:

##### a) Análise heurística assistida por IA

Será utilizada a ferramenta Google *Lighthouse* (ou semelhante baseada em WCAG / *Material Design*), que aplica métricas objetivas sobre a interface, considerando aspectos como contraste, hierarquia visual e acessibilidade técnica. Essa ferramenta gera indicadores numéricos, mas não substitui testes com usuários. Seu papel será oferecer diagnóstico preliminar e identificar inconsistências estruturais antes dos ensaios presenciais.

Limitação: a ferramenta não avalia compreensão semântica, adequação de fluxo ou alinhamento com contexto de uso. Os resultados serão tratados como insumo técnico complementar, e não evidência isolada de usabilidade.

##### b) Testes com usuários

Serão realizados testes observacionais com usuários representativos do público-alvo.

Os participantes deverão executar tarefas pré-definidas enquanto métricas objetivas são registradas:

- número de passos até conclusão do orçamento;
- tempo de preenchimento;

- erros de navegação;
- interrupções de fluxo;
- compreensão dos rótulos e campos.

Após a execução das tarefas, será aplicado o *System Usability Scale* (SUS), instrumento padronizado amplamente utilizado para avaliação de sistemas interativos. O SUS fornece um índice numérico consolidado e comparável com *benchmarks* de usabilidade.

Além disso, será aplicado um breve questionário complementar com perguntas abertas sobre dificuldades percebidas e sugestões de melhoria, permitindo coleta qualitativa.

**Amostra e perfil dos participantes:** Pretende-se convidar entre 6 e 10 prestadores de serviços técnicos, tamanho compatível com testes de usabilidade formativa. Os participantes deverão possuir:

- atuação em serviços similares à do entrevistado (elétrica, climatização, manutenção);
- experiência profissional mínima de 1 ano;
- familiaridade básica com smartphones;
- preferencialmente microempreendedores ou autônomos.

O grupo deverá incluir usuários com diferentes níveis de experiência digital, permitindo identificar barreiras de uso tanto em perfis mais experientes quanto em perfis iniciantes.

### 5.3.2 Avaliação funcional e de desempenho do fluxo n8n

A avaliação funcional será realizada em ambiente controlado:

- Testes unitários de nós: verificação da lógica de validação, formatação e integração com APIs.
- Testes ponta a ponta: simulação completa, do envio pelo aplicativo à geração do PDF.
- Medição de tempo total de processamento: comparação com a meta prevista.
- Testes de robustez: comportamento diante de dados incompletos e falhas de rede.
- Validação da consistência de cálculo: comparação entre valores resultantes e parâmetros base cadastrados pelo usuário.

Não serão realizadas inferências estatísticas sobre desempenho até que haja conjunto suficiente de execuções.

### 5.3.3 Métricas de qualidade e aceitação

As métricas incluem:

- Taxa de sucesso das execuções do fluxo (execuções sem erro).
- Tempo de geração do orçamento (média e desvio-padrão).
- Número de correções manuais necessárias pós-automação.
- Tempo médio de interação por etapa no aplicativo.
- Índice SUS, obtido após execução das tarefas.
- Feedback qualitativo, analisado por categorização temática.

Os resultados serão utilizados para confirmar ou rejeitar as hipóteses estabelecidas e orientar ajustes na implementação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do sistema de orçamentação automatizada deverá materializar os objetivos delineados na introdução, reduzindo significativamente o tempo de elaboração de propostas e eliminando gargalos associados ao registro manual de informações. A automação do fluxo, integrada ao n8n e reforçada por agentes de Inteligência Artificial, tende a substituir tarefas repetitivas por operações estruturadas e padronizadas, alinhando-se aos princípios de otimização de processos de Sommerville (2018) e Pressman (2014). Essa abordagem deverá resultar em um processo mais previsível, escalável e alinhado às demandas operacionais de microempreendedores de serviços técnicos.

A expectativa é que o uso de IA torne o sistema capaz de personalizar descrições de serviços, auxiliar em cálculos e gerar documentos de forma coerente, sem exigir conhecimento técnico avançado. Essa ampliação de capacidade deverá posicionar o sistema não apenas como ferramenta operacional, mas como recurso estratégico, compatível com a visão apresentada por Winters, Manshreck e Wright (2020) sobre a eliminação de gargalos e aumento de eficiência em projetos digitais. Ao reduzir o esforço manual e padronizar etapas críticas, o sistema tende a contribuir para a tomada de decisão em tempo real e para a minimização de erros humanos.

Além da automação, será necessário incorporar diretrizes de segurança da informação, privacidade e conformidade com a LGPD. A manipulação de dados pessoais e históricos de clientes implicará mecanismos de proteção, minimização e retenção adequada, o que deverá compor os requisitos não funcionais e a arquitetura final. A ausência desses elementos comprometeria a adoção da solução em contextos reais, especialmente considerando o uso de serviços externos e ferramentas de IA.

Outro ponto crítico será a usabilidade. O público-alvo inclui profissionais de baixa familiaridade tecnológica, o que exigirá interfaces simples, formulários

concisos e redução da carga cognitiva. A efetividade do sistema dependerá não apenas da robustez técnica, mas da adoção prática no cotidiano de trabalho, especialmente em dispositivos móveis e durante a interação direta com clientes.

O desenvolvimento futuro deverá incluir testes sistemáticos de desempenho, validação funcional, avaliação de usabilidade em campo e análise comparativa entre o processo automatizado e o método manual atualmente utilizado. Esses testes fornecerão evidências empíricas sobre a redução de tempo, a consistência dos documentos gerados e a aceitação pelos usuários. Somente a partir desses resultados será possível confirmar a viabilidade da proposta e quantificar seus impactos operacionais.

Com a evolução dessas etapas, o projeto tende a consolidar uma solução que integra automação low-code, inteligência artificial e acessibilidade tecnológica. Essa combinação deverá atender ao objetivo geral estabelecido e contribuir para a transformação digital de pequenos negócios de serviços técnicos, tornando o processo de orçamentação mais ágil, confiável e alinhado às práticas contemporâneas de engenharia de software e gestão de processos.

## REFERÊNCIAS

ALMUTHIN, Ftoon Nasser; MOHAMED, Mohamed Fakhry Mansour. AI-Driven Budget Estimation in End-User Software Engineering: An Excel-Python Approach. **Journal of Software Engineering and Applications**, Vol. 18, No. 7, p. 195-216, julho 2025. DOI: 10.4236/jsea.2025.187013. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=144075>. Acesso em: 2 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais**. Brasília, DF: Presidência da República, 2018.

CUNHA, Lilian. Accounting Automation with N8N: Possibilities, Limits, and Impacts for Small Businesses. **Revista Científica de Alto Impacto, Ciências Sociais Aplicadas**, Volume 29 - Edição 146/MAI 2025. ISSN 1678-0817. DOI: 10.69849/revistaft/dt10202505281222. Disponível em: <https://revistaft.com.br/accounting-automation-with-n8n-possibilities-limits-and-impacts-for-small-businesses/>. Acesso em: 2 nov. 2025.

DELEUR, David; LEVIS, Joris. **Intelligent Process Automation: The New Frontier for Digital Transformation**. Wiley, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9676222>. Acesso em: 29 nov.2025.

EUROPEAN UNION AGENCY FOR CYBERSECURITY. **Guidelines for Securing Machine Learning Systems**. Athens: ENISA, 2021.

FREZATTI, Fábio. **Gestão da viabilidade econômica – financeira dos projetos de investimento**. São Paulo: Atlas, 2008.



N8N. **Documentation: n8n - Workflow Automation Tool**. Disponível em: <https://docs.n8n.io/>. Acesso em: 4 nov. 2025

NIELSEN, Jakob. **Usability Heuristics for User Interface Design**. Nielsen Norman Group, 2020. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>. Acesso em: 1 dez. 2025

PADOVEZE, Clóvis Luís; TARANTO, Fernando Cesar. **Orçamento empresarial: novos conceitos e técnicas**. São Paulo: Pearson, 2012.

PATEL, Akash; JAUMARD, Brigitte. Design and Implementation of a Smart Quotation System. In: MOUHOU, Malek; LANGLAIS, Philippe (Eds.). **Advances in Artificial Intelligence**. Canadian AI 2017. **Lecture Notes in Computer Science**, vol. 10233. Springer, Cham, 2017, p. 191–202. DOI: 10.1007/978-3-319-57351-9\_24. Disponível em: [https://link-springer-com.ezproxy.bib.hh.se/chapter/10.1007/978-3-319-57351-9\\_24](https://link-springer-com.ezproxy.bib.hh.se/chapter/10.1007/978-3-319-57351-9_24). Acesso em: 5 nov. 2025.

PRESSMAN, Roger S. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

RUECKER, Bernd. **Practical Process Automation: Orchestration and Integration in Microservices and Cloud Native Architectures**. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2021.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

STEINHOFF, James. Automation and the Future of Work. In: MACLEAVY, Julie; PITTS, Frederick Harry (Eds.). **The Handbook for the Future of Work**. London: Routledge, 2024. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/383873593\\_Automation\\_and\\_the\\_Future\\_of\\_Work](https://www.researchgate.net/publication/383873593_Automation_and_the_Future_of_Work). Acesso em: 7 nov. 2025.

SWERTS, Jan Willem. **Designing an automated quotation system that supports automated guidance**. Master Thesis. Eindhoven University of Technology, Department of Industrial Engineering & Innovation Sciences, Eindhoven, 2019. Disponível em: [https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/139942923/Master\\_Thesis\\_Jan\\_Willem\\_Swerts.pdf](https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/139942923/Master_Thesis_Jan_Willem_Swerts.pdf). Acesso em: 12 out. 2025.

TURBAN, Efraim; ARONSON, Jay E.; LIANG, Ting-Peng. **Decision Support Systems and Intelligent Systems**. 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2007.

VENKATESH, Viswanath; THONG, James; XU, Xin. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A Review and Extension to UTAUT2. **MIS Quarterly**, v. 36, n. 1, p. 157–178, 2016.

WELSCH, Glenn Albert. **Orçamento empresarial**. São Paulo: Atlas, 2010.

WINTERS, Titus; MANSHRECK, Tom; WRIGHT, Hyrum. **Software Engineering at Google: Lessons Learned from Programming Over Time**. 1. ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2020.

WLABS. **WBudget: The ultimate solution for managing commercial proposals**, 2025. Disponível em: <https://www.wbudget.app>. Acesso em: 12 out. 2025.