



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ABNER ENOQUE MONTEIRO SILVA

ANÁLISE DE FERRAMENTAS LOW-CODE PARA AUTOMAÇÃO DE WORKFLOWS
APLICADAS À AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

QUIXADÁ

2026

ABNER ENOQUE MONTEIRO SILVA

ANÁLISE DE FERRAMENTAS LOW-CODE PARA AUTOMAÇÃO DE WORKFLOWS
APLICADAS À AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Sistemas de Informação do Campus Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Kenedy Morais Vieira.

QUIXADÁ

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S578a Silva, Abner Enoque Monteiro.
Análise de ferramentas Low-code para automação de workflows aplicadas à automação de processos de negócio / Abner Enoque Monteiro Silva. – 2026.
59 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá,
Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2026.
Orientação: Prof. Dr. Jeferson Kenedy Morais Vieira.

1. Automação de processos, Low-code. I. Título.

CDD 005

ABNER ENOQUE MONTEIRO SILVA

ANÁLISE DE FERRAMENTAS LOW-CODE PARA AUTOMAÇÃO DE WORKFLOWS
APLICADAS À AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Sistemas de Informação
do Campus Quixadá da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: 21/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jeferson Kenedy Morais
Vieira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Sidartha Azevedo Lobo de Carvalho
Universidade Federal do Ceará(UFC)

Prof. Dr. Regis Pires Magalhães
Universidade Federal do Ceará(UFC)

Dedico este trabalho à minha família e amigos, pelo apoio incondicional. À minha mãe, meu maior exemplo de força, cuja presença e carinho foram a luz que guiou minha jornada até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por ter me dado a força necessária para levantar todos os dias e seguir em frente, mesmo quando o cansaço batia forte.

À minha mãe, Abilene, que é a minha base e meu maior exemplo. Obrigado por ser essa mulher forte que batalhou tanto por mim. Se cheguei até aqui, foi porque a senhora iluminou o caminho com seu carinho e dedicação. Essa conquista é tão minha quanto sua.

A toda a minha família, meu muito obrigado. Mesmo que eu não cite o nome de todos aqui, saibam que o apoio, a união e a torcida de vocês foram fundamentais. Saber que tenho essa base familiar sólida me deu segurança para encarar os desafios dessa jornada.

À minha namorada, Liandra. Obrigado pelo companheirismo de sempre e, principalmente, pela paciência de me aguentar durante esse período de estresse do trabalho. Ter você ao meu lado, me apoiando e me ouvindo, fez os dias difíceis ficarem muito mais leves.

Ao meu orientador, Jeferson Kenedy, muito obrigado pela parceria e por ter guiado meu raciocínio com tanta atenção. Sou grato pela paciência nas correções e por todo o conhecimento compartilhado que permitiu que este trabalho ganhasse forma.

Aos professores da banca, Sidartha Azevedo e Regis Pires, agradeço por terem aceitado o convite de avaliar este trabalho e pelas contribuições valiosas para a minha formação.

Aos amigos que a faculdade me deu: Franciel, Victor Soares, Fernando, Elysson e Danilo. A gente sabe que não foi fácil, mas a parceria de vocês nos trabalhos e nos momentos de 'sufoco' fez toda a diferença. Obrigado pela lealdade e por não deixarem eu desanimar no meio do caminho.

Aos meus irmãos de vida, Victor Samuel, Jonas, João Pedro, Patrick e Agenor. Nossa amizade vem desde a época da escola e segue firme até hoje. Obrigado por estarem sempre por perto, acompanhando meu crescimento e torcendo por mim há tanto tempo.

"Tudo parece impossível até que seja feito."

(Nelson Mandela)

RESUMO

Este trabalho investiga a aplicação de ferramentas de automação de fluxo de trabalho (Workflow Automation Tools - WATs) baseadas em low-code como suporte à Gestão de Processos de Negócios (BPM) no contexto da transformação digital. O objetivo central da pesquisa é realizar uma análise comparativa entre essas plataformas, como as selecionadas o n8n, Make.com e Zapier, avaliando sua eficácia técnica e viabilidade econômica para orquestrar processos operacionais de baixa complexidade. A metodologia adotada consistiu em um teste prático focado na automação de um processo de agendamento de aulas, que serviu de base para a coleta de dados sobre diversos critérios quantitativos e qualitativos. Os atributos avaliados incluíram modelos de preços, latência de execução, densidade visual dos fluxos, capacidade de integração nativa, além de recursos de monitoramento e resiliência contra falhas. Os resultados demonstram que cada ferramenta possui um perfil estratégico distinto: o n8n destaca-se pela alta escalabilidade e melhor custo-benefício em cenários de alto volume; o Make.com oferece um equilíbrio superior entre clareza visual e gestão operacional; e o Zapier prioriza a facilidade de uso imediato e a vasta conectividade com aplicativos de terceiros. O estudo conclui que a democratização tecnológica promovida por essas plataformas potencializa a agilidade organizacional e a inovação, desde que a escolha da solução esteja devidamente alinhada às necessidades específicas de infraestrutura e aos objetivos estratégicos da organização.

Palavras-chave: BPM; Low-code; Automação de Workflows; n8n; Make.com; Zapier.

ABSTRACT

This study investigates the application of low-code-based Workflow Automation Tools (WATs) as a support for Business Process Management (BPM) within the context of digital transformation. The central objective of the research is to conduct a comparative analysis of these platforms specifically n8n, Make.com, and Zapier evaluating their technical effectiveness and economic viability for orchestrating low-complexity operational processes. The methodology consisted of a practical test focused on automating a class scheduling process, which served as the basis for collecting data on various quantitative and qualitative criteria. The evaluated attributes included pricing models, execution latency, visual workflow density, native integration capabilities, as well as monitoring features and fault resilience. The results demonstrate that each tool possesses a distinct strategic profile: n8n stands out for its high scalability and superior cost-benefit ratio in high-volume scenarios; Make.com offers a better balance between visual clarity and operational management; and Zapier prioritizes immediate ease of use and vast connectivity with third-party applications. The study concludes that the technological democratization promoted by these platforms enhances organizational agility and innovation, provided that the choice of solution is properly aligned with specific infrastructure needs and the organization's strategic objectives.

Keywords: BPM; Low-code; Workflow Automation; n8n; Make.com; Zapier.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O ciclo de promoção da <i>Business Process Management</i> (BPM)	18
Figura 2 – O ciclo de vida BPM	20
Figura 3 – Fluxo dos passos executados	32
Figura 4 – Fluxo de lembrete de aula no n8n	43
Figura 5 – Fluxo de lembrete de aula no Zapier	44
Figura 6 – Fluxo de lembrete de aula no Make.com	45
Figura 7 – Fluxo de agendamento de aula no n8n	45
Figura 8 – Fluxo de agendamento de aula no Make.com	46
Figura 9 – Fluxo de agendamento de aula no Zapier	47
Figura 10 – Painel de Monitoramento de Execuções no n8n	51
Figura 11 – Painel de Monitoramento de Execuções no Make.com	52
Figura 12 – Painel de Monitoramento de Execuções no Zapier	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados Comparativos de Latência e Processamento em Segundos	43
Tabela 2 – Densidade Visual: Contagem de Módulos por Fluxo	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados e o proposto	31
Quadro 2 – Comparativo técnico de planos e unidades de medida	40
Quadro 3 – Comparativo do volume de integrações nativas	42
Quadro 4 – Comparativo de canais de suporte e ecossistemas de aprendizagem	48
Quadro 5 – Matriz de Posicionamento das Ferramentas Analisadas	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPMP	Associação Internacional de Profissionais de Gestão de Processos Empresariais
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMN	Notação de Modelagem de Processos de Negócios
BPMS	Sistemas de Gestão de Processos de Negócios
CBOK	Corpo Comum de Conhecimento
LCDPs	Plataformas de Desenvolvimento <i>Low-code</i>
MDE	Engenharia Orientada a Modelos
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
WATs	Ferramentas de Automação de Fluxo de Trabalho

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivo Geral	16
1.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Organização do Texto	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Gestão de Processos de Negócios	18
2.1.1	<i>Ciclo de Vida BPM</i>	20
2.2	Ferramentas de Automação de Fluxo de Trabalho	21
2.2.1	<i>A Aplicação de WATs na Gestão de Processos</i>	22
2.3	<i>Low-code</i>	23
2.4	<i>n8n</i>	25
2.5	<i>Zapier</i>	25
2.6	<i>Make</i>	26
3	TRABALHOS RELACIONADOS	27
3.1	<i>Bridging Workflow Automation Tools and EMF Modeling Ecosystems</i>	27
3.2	Plataformas de Desenvolvimento <i>Low-code</i> na Transformação Digital e no Gerenciamento de Processos de Negócios	28
3.3	<i>Analyzing business process management capabilities of low-code development platforms</i>	29
3.4	Comparação entre trabalhos	30
4	METODOLOGIA	32
4.1	Levantamento das plataformas WATs	32
4.2	Seleção das plataformas WATs	33
4.3	Desenvolvimento da Automação de um Processo de Negócio	34
4.4	Definição dos Atributos e Métricas de Comparação	35
4.4.1	<i>Critérios Quantitativos</i>	35
4.4.1.1	<i>Modelo de Preços e Limitações do Plano Utilizado</i>	36
4.4.1.2	<i>Número de Integrações Nativas Disponíveis</i>	36
4.4.1.3	<i>Latência Média de Execução do Processo (em segundos)</i>	36
4.4.1.4	<i>Número de Módulos/Nós/Blocos Visuais Necessários para o Fluxo Completo</i>	36

4.4.1.5	<i>Suporte e Ecossistema de Aprendizagem</i>	37
4.4.2	Critérios Qualitativos	37
4.4.2.1	<i>Flexibilidade para a Lógica do Negócio</i>	37
4.4.2.2	<i>Qualidade e Clareza dos Recursos de Monitoramento do Processo</i>	37
4.4.2.3	<i>Resiliência e Tratamento de Erros</i>	38
4.5	Comparação e Análise dos resultados obtidos	38
5	RESULTADOS	39
5.1	Análise Detalhada dos Critérios Quantitativos	39
5.1.1	<i>Modelo de Preços e Viabilidade do Plano Utilizado</i>	39
5.1.2	<i>Número de Integrações Nativas Disponíveis</i>	40
5.1.3	<i>Latência de Execução e Capacidade de Processamento</i>	42
5.1.3.1	<i>Fluxo 1: Agendamento e Notificação</i>	42
5.1.3.2	<i>Fluxo 2: Lembretes de Agendamento</i>	43
5.1.4	<i>Número de Módulos e Densidade Visual</i>	44
5.1.5	<i>Suporte e Ecossistema de Aprendizagem</i>	46
5.2	Análise Detalhada dos Critérios Qualitativos	48
5.2.1	<i>Flexibilidade para a Lógica do Negócio</i>	48
5.2.2	<i>Qualidade e Clareza dos Recursos de Monitoramento</i>	49
5.2.3	<i>Resiliência e Tratamento de Erros</i>	50
5.3	Síntese dos Resultados Comparativos	53
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A transformação digital tem se consolidado como um pilar fundamental para a competitividade e inovação no ambiente corporativo atual. A necessidade de adaptação rápida às dinâmicas do mercado impulsionou a busca por soluções que otimizem o desenvolvimento e a implementação de sistemas de informação. Nesse contexto, a pandemia de COVID-19 atuou como um catalisador, acelerando drasticamente o processo de digitalização nas empresas e exigindo uma adaptação contínua às novas demandas (Kraus *et al.*, 2022). Estudos indicam que, no Brasil, 93% das Pequenas e Médias Empresas (PMEs) aceleraram seu processo de transformação digital desde o início da pandemia (MICROSOFT, 2022). As organizações foram forçadas não apenas a manter a continuidade de seus negócios, mas também a assegurar sua relevância e competitividade, digitalizando seus processos e conectando-os à infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI), alavancando tecnologias digitais para automação, flexibilidade e resposta ágil em um cenário global de constante evolução, marcado por eventos como a pandemia e o avanço da inteligência artificial (Käss *et al.*, 2023).

Uma abordagem estratégica que as organizações podem adotar para a transformação digital é o BPM, ou Gerenciamento de Processos de Negócios. O BPM é uma metodologia que tem como foco a gestão, otimização e automação de processos, impactando diretamente a produtividade, a qualidade dos serviços, a otimização de recursos e a redução de custos. Seu objetivo primordial é orientar as organizações empresariais em direção a uma gestão eficiente, alcançando resultados comerciais desejados como maior competitividade, melhor imagem de mercado e maior satisfação do cliente (Campos *et al.*, 2024; Santos; Aganette, 2023).

Nesse sentido, para viabilizar a aplicação prática da metodologia BPM de forma ágil, ganham destaque as Ferramentas de Automação de Fluxo de Trabalho (WATs). Segundo Bikka (2025), essas tecnologias representam uma mudança fundamental na estruturação das operações, atuando como sistemas de software que automatizam, orquestram e monitoram processos de negócios seguindo regras e sequências predefinidas. Contudo, é importante destacar que as WATs não substituem integralmente os BPMS (como Camunda ou Bizagi), mas funcionam como ferramentas complementares focadas na agilidade de execução técnica.

Diferente dos Sistemas de Gestão de Processos de Negócios (BPMS) tradicionais, que podem apresentar maior rigidez, as WATs servem como a base estrutural para iniciativas digitais modernas, permitindo que as organizações alcancem a excelência operacional mantendo a flexibilidade e a escalabilidade. Elas atuam como intermediários entre tarefas humanas e

processos automatizados, orquestrando fluxos complexos que integram diversos departamentos e sistemas externos. Essa capacidade de integração facilita a adoção tecnológica, contudo, a implementação eficiente dessas ferramentas ainda enfrenta desafios relacionados à qualificação técnica dos profissionais.

Segundo Luz (2021), para superar as barreiras de escassez de profissionais e complexidade do desenvolvimento de sistemas, as organizações estão adotando Plataformas de Desenvolvimento *Low-code* (LCDPs), que permitem o desenvolvimento ágil de aplicativos com baixa necessidade de codificação manual, as plataformas *low-code* possibilitam o desenvolvimento de aplicações online de maneira rápida e leve.

No cenário de ferramentas que impulsionam a digitalização, destaca-se o n8n, uma plataforma de automação *open-source* que utiliza uma arquitetura de nós visuais para facilitar a integração entre sistemas diversos e a criação de fluxos complexos. Ao contrário de plataformas proprietárias, o n8n oferece flexibilidade para organizações que buscam soluções personalizáveis sem as limitações de dependência de fornecedor *vendor lock-in* (N8N, 2025). Como alternativas consolidadas, o mercado também apresenta o Zapier, uma plataforma baseada na web que se diferencia pela simplicidade de sua interface composta por formulários simples, permitindo a criação de fluxos básicos em poucos segundos. Outra opção é o Make.com (Antigo Integromat) destaca-se por oferecer uma visualização interativa dos cenários automatizados e recursos técnicos avançados, como o uso de roteadores para duplicar e processar dados em rotas distintas (Abdou *et al.*, 2021).

Segundo Shridhar (2021), as ferramentas *low-code* têm vantagens que tornam o desenvolvimento de software mais acessível porque eliminam a necessidade de contratar vários desenvolvedores, também adicionam agilidade ao desenvolvimento por terem funcionalidades prontas que são simples de adicionar a um projeto, e têm alto gerenciamento de risco porque permitem que as empresas façam mudanças rapidamente em resposta a imprevistos que podem surgir durante o desenvolvimento do projeto. No final, a alta produtividade decorre da capacidade da equipe de não se preocupar com códigos complicados.

Por outro lado, as desvantagens listadas por Shridhar (2021) podem ser um fator significativo na decisão de iniciar um projeto de *low-code*. O desenvolvedor se torna "refém" do fornecedor da ferramenta, pois algumas plataformas não permitem que o usuário tenha acesso ao código-fonte ou a algum tipo de *backup* do banco de dados. Um outro aspecto é que algumas ferramentas não oferecem componentes que permitem customização, ou que restringem a criação

de *layouts*. Outro fator grave são as opções limitadas de integrações, pois essa situação pode levar a tomada de decisões fundamentais para o projeto.

Essas abordagens de desenvolvimento simplificado e automação de processos impulsionam a transformação digital, oferecendo uma maneira acessível e ágil de atender às demandas em constante evolução dos negócios (Waszkowski, 2019). No entanto, escolher uma ferramenta que possa ser usada para automatizar e gerenciar os processos de negócios relevantes é uma tarefa difícil que se torna ainda mais complicada pelo crescente número de plataformas que são lançadas todos os anos (Sahay *et al.*, 2023).

Dessa forma, este trabalho realiza uma análise comparativa entre diferentes plataformas de automação de processos baseadas em *low-code* com diferentes alternativas no mercado de WATs. O objetivo é destacar os principais aspectos, vantagens e limitações oferecidas por essas ferramentas, proporcionando uma visão abrangente que possa auxiliar gestores na escolha da solução mais adequada para suas necessidades de automação de processos organizacionais, bem como desenvolvedores que buscam alternativas flexíveis e eficientes. Esta pesquisa também visa contribuir para o corpo de conhecimento acadêmico na área de automação de processos e tecnologias *low-code*, servindo como base para futuras investigações.

1.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise comparativa entre Ferramentas de Automação de Fluxo de Trabalho (WATs) baseadas em *low-code*, avaliando sua eficácia técnica e viabilidade econômica na orquestração de processos operacionais de baixa complexidade.

1.2 Objetivos Específicos

- Selecionar e analisar plataformas de automação de processos baseadas em *low-code* para comparação.
- Estabelecer critérios de avaliação para a análise comparativa das plataformas.
- Realizar uma comparação detalhada entre as plataformas selecionadas com base nos critérios estabelecidos.
- Analisar e interpretar os resultados obtidos, destacando as vantagens e desvantagens de cada plataforma no contexto organizacional.

1.3 Organização do Texto

As próximas seções estão organizadas da seguinte maneira: No Capítulo 2 trata-se da fundamentação teórica, e os conceitos que embasam as abordagens propostas neste trabalho; No Capítulo 3, é apresentado os trabalhos relacionados com descrição e comparação de projetos e pesquisas que possuem aspectos similares aos especificados neste trabalho; No Capítulo 4 é apresentada a metodologia usada e descrição dos passos seguidos para a realização deste trabalho; No Capítulo 5 são mostrados resultados obtidos a partir da metodologia aplicada. Por fim, no Capítulo 6 é descrita a conclusão deste trabalho.

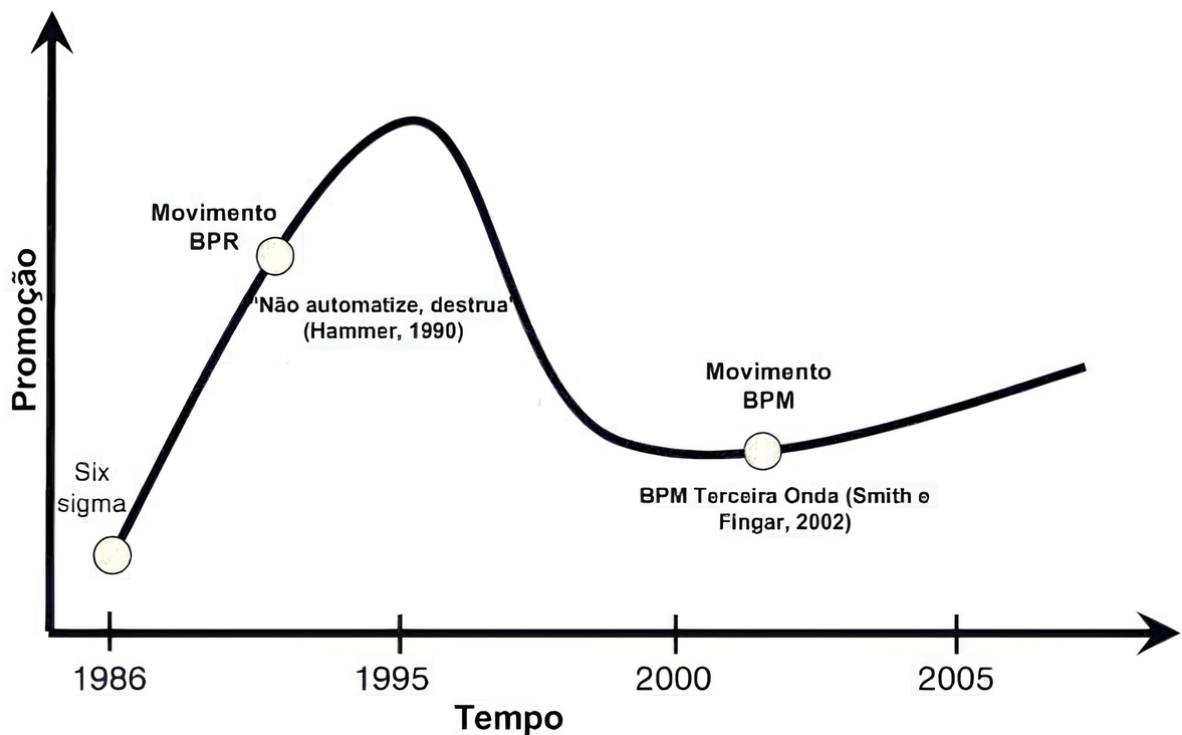
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos fundamentais utilizados neste trabalho. No capítulo 2.1 é apresentado o conceito de Gestão de Processos de Negócios; na Seção 2.2, é apresentado o conceito de Ferramentas de Automação de Fluxo de Trabalho; na Seção 2.3, é apresentado o conceito de *Low-Code*; Nas Seções 2.4, 2.5, 2.6 vão descrever brevemente o n8n, Zapier e Make respectivamente.

2.1 Gestão de Processos de Negócios

Segundo Dumas *et al.* (2018) o BPM surgiu como uma progressão natural das estratégias anteriores de reengenharia e aprimoramento organizacional. A disciplina envolve a arte e a ciência de supervisionar a execução do trabalho em uma organização, assegurando resultados consistentes e identificando oportunidades de melhoria, que podem incluir desde a redução de custos e otimização de prazos até inovação e ganho de vantagem competitiva. Os movimentos de gestão que abrem caminho para o BPM são mostrados na Figura 1.

Figura 1 – O ciclo de promoção da BPM



Fonte: Jeston e Nelis (2006)

A evolução histórica da gestão de processos é caracterizada pela mudança da Reengenharia de Processos de Negócios (BPR, do inglês Business Process Reengineering) para

o BPM. Na década de 1990, o BPR ganhou grande popularidade com sua abordagem radical, que propunha uma reformulação e um redesenho fundamental dos processos de negócios. Contudo, apesar de exemplos bem-sucedidos, como o da Ford-Mazda, a rigidez e os desafios na implementação, além do uso inadequado do conceito, restringiram sua durabilidade. Por outro lado, o BPM surgiu como uma evolução mais flexível e abrangente do BPR, integrando componentes de outras disciplinas, como Lean e Six Sigma, e sendo impulsionado pelos avanços tecnológicos em sistemas de informação. Essa abordagem consolidou-se como a forma mais atual e sustentável para as organizações otimizarem suas operações e alcançarem a excelência operacional. Assim definiu-se BPM como um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas para identificar, descobrir, analisar, redesenhar, executar e monitorar processos de negócio a fim de otimizar seu desempenho (Dumas *et al.*, 2018).

O Corpo Comum de Conhecimento (CBOOK, do inglês *Common Body of Knowledge*) da ABPMP (2021), publicado pela Associação Internacional de Profissionais de Gestão de Processos Empresariais (ABPMP, do inglês *Association Of Business Process Management Professionals International*), em sua versão mais recente, define o BPM como uma abordagem de gestão disciplinada para identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorizar e controlar processos de negócio automatizados e não automatizados, a fim de alcançar resultados consistentes e orientados, alinhados com os objetivos estratégicos de uma organização. Essa abordagem holística envolve a definição, melhoria, inovação e gestão deliberada, colaborativa e cada vez mais apoiada pela tecnologia, de processos corporativos de ponta a ponta que impulsionam os resultados organizacionais, criam valor para os clientes e permitem à organização cumprir seus objetivos de negócio com mais agilidade. Em sua dimensão disciplinar, a gestão de processos é, portanto, composta por métodos, tecnologias, políticas, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, estratégias e políticas para analisar, desenhar, implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos.

De acordo com Brocke *et al.* (2016), a metodologia BPM demonstrou ser útil para ajudar as organizações a melhorar e inovar, e seu uso tem aumentado em contexto e tamanho. Por outro lado, a falta de um corpo de conhecimento suficiente que abranja uma maior variedade de contextos empresariais é um problema central. Contudo, a maioria das abordagens, métodos ou modelos de (BPM) sugere apenas um caminho a seguir. Os projetos BPM diferentes que usam a mesma abordagem são propensos ao fracasso porque não levam em consideração os requisitos da situação.

A ABPMP (2021) afirma que a metodologia BPM é um tipo de gestão de processos não prescritiva, e que pode incorporar várias etapas e tipos de ciclo de vida. Isso ocorre porque a gestão se concentrará em processos de negócios locais e específicos da organização. O BPM auxilia as organizações a desenvolver práticas para ordenar e gerenciar recursos; no entanto, não especifica estruturas de trabalho, metodologias ou ferramentas rígidas. Cada organização é, portanto, responsável por adaptar essas questões de acordo com suas próprias circunstâncias e necessidades para geração de receita.

2.1.1 Ciclo de Vida BPM

No Corpo Comum de Conhecimento (CBOK) da ABPMP (2021), o ciclo de vida do BPM é estruturado em cinco fases iterativas e sequenciais de atividades integradas, que guiam a prática da gestão de processos. Essas fases são influenciadas por quatro fatores organizacionais primários: valores, crenças, liderança e cultura. A Figura 2 ilustra este ciclo de vida.

Figura 2 – O ciclo de vida BPM



Fonte: ABPMP (2021)

As cinco fases do ciclo de vida do BPM, conforme detalhado na (ABPMP, 2021), são:

1. **Alinhamento com a Estratégia e os Objetivos:** O ciclo de vida do BPM se inicia com a compreensão e o desenvolvimento de uma estratégia e um plano orientados a processos. Nesta fase, o planejamento visa estabelecer uma visão de gerenciamento contínuo de processos para a organização. Para atingir esse objetivo, as estratégias da empresa devem ser integradas com pessoas, processos e sistemas. Assim, essa etapa define a metodologia, os objetivos a serem atingidos, as medições de desempenho e as funções de BPM, sendo crítico determinar quais processos serão focados para a mudança e como suas métricas se alinham às metas gerais.
2. **Mudanças de Arquitetura:** Nesta fase, ocorrem as atividades de modelagem, análise e desenho de processos, além da medição de desempenho. Para ter um entendimento

geral do processo de negócios, é necessária a análise, que envolve compreender os planos estratégicos da empresa, obter informações sobre modelos de processo, ambiente externo, e análise de desempenho. O desenho, por sua vez, descreve o que a organização espera do processo, respondendo a perguntas sobre o que, quando, onde, quem e como o processo ponta-a-ponta é executado. O tempo, o local, as pessoas envolvidas e a metodologia usada são considerados no desenho, utilizando metodologias para identificar os processos organizacionais atuais e projetar o estado futuro, focando em como as novas funções agregarão valor aos clientes.

3. **Desenvolver Iniciativas:** Esta fase concentra-se na elaboração de todos os planos necessários para a implementação das mudanças propostas. Isso inclui planos de formação em processos, gestão da mudança, gestão de projetos, mudança tecnológica e planos para a realização de benefícios.
4. **Implementar Mudanças:** Consiste na execução coordenada e gerenciada dos planos desenvolvidos na Fase 3. Em seguida, o processo é executado após a aprovação do seu desenho. O novo processo modelado, considerado nesta fase de implementação, permite a criação de novas regras e políticas, e envolve a efetivação das mudanças no projeto organizacional, funções de trabalho, processos e a tecnologia em si, buscando a estabilização das novas operações.
5. **Medir o Sucesso:** A fase final compreende a mensuração dos benefícios alcançados em relação aos objetivos originais. O processo já está organizado para fornecer métricas importantes de desempenho durante o monitoramento e controle. Essas métricas podem ser comparadas com as metas da organização e podem resultar em mudanças, redesenho ou melhorias. Quando os resultados do monitoramento e medição dos processos não correspondem aos objetivos da organização, os processos são refinados. Esta fase inclui a implementação de um modelo permanente de Gestão Corporativa de Processos (EPM) e governança, com monitoramento contínuo dos processos de negócio e da tecnologia. A melhoria contínua é intrínseca a esta fase, onde o dono do processo assume a responsabilidade após o encerramento da iniciativa geral.

2.2 Ferramentas de Automação de Fluxo de Trabalho

As Ferramentas de Automação de Fluxo de Trabalho, ou *Workflow Automation Engines*, representam a infraestrutura tecnológica essencial para a orquestração de processos

modernos. Pawar *et al.* (2025) definem esses mecanismos como ferramentas projetadas para automatizar e coordenar tarefas em diferentes sistemas, reduzindo o esforço manual e permitindo que as organizações foquem em seus objetivos principais. Elas atuam como a espinha dorsal das iniciativas digitais, intermediando a execução entre tarefas humanas e processos automatizados complexos que abrangem múltiplos departamentos.

A evolução dessas ferramentas permitiu uma diversificação em sua arquitetura e aplicabilidade. Segundo a taxonomia proposta por Pawar *et al.* (2025), os mecanismos atuais podem ser classificados sob diferentes perspectivas técnicas:

- **Arquitetura:** Podem ser monolíticos, onde os componentes são unificados, ou baseados em microsserviços, que oferecem maior escalabilidade e tolerância a falhas em ambientes distribuídos.
- **Modelo de Implantação:** Variam entre *On-Premises* (para controle rigoroso de dados), *Cloud-Native* (para alta escalabilidade dinâmica) e Híbridos (que combinam infraestrutura privada e recursos de nuvem).
- **Paradigma de Execução:** Operam de forma orientada a eventos (acionados por gatilhos em tempo real), agendada (execução em intervalos predefinidos) ou em modelos híbridos.

Um aspecto crítico para a acessibilidade dessas ferramentas é o Modelo de Programação. Enquanto abordagens "*Code-First*" exigem conhecimento técnico aprofundado, os modelos *Low-Code* utilizam interfaces visuais de "arrastar e soltar", democratizando a automação para usuários sem perfil de desenvolvedor e permitindo a execução rápida de fluxos de trabalho. Essa democratização é corroborada por Bikka (2025), que destaca como essas plataformas reduzem o tempo de desenvolvimento em até 75% comparado a métodos tradicionais.

2.2.1 A Aplicação de WATs na Gestão de Processos

As WATs atuam como o vetor de viabilização do BPM, transformando o planejamento de processos em operações tangíveis, dinâmicas e controláveis em tempo real. Pawar *et al.* (2025) identificam o BPM como um dos casos de uso primários para esses motores, onde ferramentas de modelagem e monitoramento são empregadas para automatizar processos de negócios e atingir objetivos estratégicos.

A integração de WATs ao ciclo de vida do BPM provê capacidades técnicas fundamentais que, segundo Bikka (2025), são essenciais para que as organizações alcancem a excelência operacional. Algumas das capacidades técnicas essenciais são:

- **Integração e Orquestração:** A capacidade de conectar-se a bancos de dados, APIs e serviços de terceiros é crucial para a execução fluida de processos que atravessam diferentes sistemas de TI, eliminando silos de informação.
- **Tratamento de Erros e Resiliência:** Para manter a consistência operacional preconizada pelo BPM, as WATs modernas incluem mecanismos de tratamento de erros, como tentativas automáticas (*retries*) e propagação de falhas, garantindo a resiliência do processo e a rápida recuperação em caso de interrupções.
- **Escalabilidade e Desempenho:** A arquitetura dessas ferramentas permite escalabilidade horizontal e vertical, assegurando que o desempenho das operações de negócio se mantenha estável mesmo diante do aumento da demanda ou da carga de trabalho.

2.3 *Low-code*

Embora o conceito de *low-code* tenha sido formalmente introduzido pela *Forrester Research* em 2014, as linguagens de baixo código já existiam há muito tempo. O desenvolvimento sem código vinha ganhando popularidade bem antes disso, impulsionado pela simplificação das ferramentas tecnológicas, pela crescente demanda por soluções web mais acessíveis e pela escassez de programadores com habilidades digitais especializadas. (Silva, 2023).

O desenvolvimento de *software* viu o lançamento de um novo conceito de prática de criação de *software* chamado de desenvolvimento em *low-code* em 2014. Os engenheiros de *software* ficaram interessados no *low-code* por causa de sua característica de abordagem com pouco código e sua eficiência satisfatória. Os *softwares* atuais, que variam entre os mais simples e mais complexos, comportam muitos sistemas em todos os domínios possíveis, o que levou à sua produção a se tornar mais demorada (Bucaioni *et al.*, 2022).

O modelo *low-code* é utilizado para o desenvolvimento de aplicativos e programas que usam plataformas em nuvem para a criação de softwares, conforme o modelo Platform-as-a-Service (PaaS) para gerenciamento e aplicação, e possui como característica principal o desenvolvimento sem a necessidade dos blocos de código convencionais. Assim, usando linguagens declarativas, diagramas visuais e interfaces gráficas dinâmicas, os usuários podem criar aplicativos que são totalmente funcionais (Tisi *et al.*, 2019).

Segundo o trabalho de Shridhar (2021), as LCDPs possuem as seguintes vantagens:

- **Economia:** As empresas não precisam contratar tantos desenvolvedores com *low-code/no-code*, reduzindo drasticamente tempo e custos. Além disso, o versionamento permite

flexibilidade ágil.

- **Agilidade:** Permite avançar e fornecer revisões mais rapidamente. Requer menos habilidades de desenvolvimento.
- **Gerenciamento de Riscos:** Permite ajustes rápidos para conformidade com regulamentações em constante mudança. Processos de configuração mais rápidos.
- **Experiência do Cliente:** Automatiza transações e contribui para uma melhor experiência do usuário.
- **Produtividade aprimorada:** Permite que equipes de TI e de negócios resolvam problemas reais. Elimina a necessidade de códigos complicados, aumentando o acesso da equipe.

Ainda conforme Shridhar (2021) também há desvantagens como:

- **Dependência de terceiros:** Com as LCDPs, dependeríamos principalmente do comerciante para reduzir riscos e proteger vulnerabilidades e ajustar o cronograma de atualizações para atender ao fornecedor.
- **Personalização limitada:** As LCDPs geralmente oferecem aos negócios opções limitadas para desenvolver *software* e aplicativos personalizados ou sob medida.
- **Opções de integração limitadas:** A escolha de uma LCDPs limita as opções de integração para fabricantes. As empresas que têm sistemas legados que são essenciais para seus processos operacionais podem encontrar isso um desafio considerável.
- **Escassez de desenvolvedores:** É difícil para as empresas encontrar desenvolvedores experientes em desenvolvimento de baixo código porque é uma área de especialização rara.

Voltando ao trabalho de Bucaioni *et al.* (2022), ele define o *low-code* como uma abordagem visual e parcialmente automática para o desenvolvimento de *software*. A ideia fundamental é que o *low-code* permite que os engenheiros abstraíam e semi-automatizem cada fase do ciclo de vida de um sistema de *software* e simplificam a entrega de vários sistemas em um domínio.

Para Tisi *et al.* (2019), os avanços na programação visual, geração de código matemático e infraestrutura em nuvem foram a base para a construção de LCDPs (*Low-Code Development Platforms*). Os LCDPs fornecem ao usuário um ambiente totalmente gerenciado durante todo o ciclo de vida do aplicativo, que inclui desenvolvimento, implantação, execução e monitoramento. Nesse sentido, por causa da exigência do mercado de soluções mais rápidas a todo tempo, as empresas de tecnologia tendem a preferir este tipo de abordagem. Assim sendo, a

rapidez acaba sendo um fator muito importante no mundo moderno (Sanchis *et al.*, 2020).

2.4 n8n

Para Tuyishime *et al.* (2023), O n8n é definido como uma plataforma alternativa de automação de fluxo de trabalho que oferece a possibilidade de auto-hospedagem (*self-hosting*). Esta característica permite que a ferramenta seja instalada localmente, eliminando a necessidade de pagamentos para a hospedagem de fluxos de trabalho. O ambiente de desenvolvimento utiliza um editor visual no qual o usuário define o fluxo de trabalho ao arrastar e soltar nós de uma paleta e conectá-los.

A plataforma suporta o processamento de dados por meio de execuções paralelas, além de instruções condicionais e de filtragem. Em termos de aplicabilidade, o n8n é utilizado para orquestrar serviços externos e automatizar tarefas de negócios, como a compilação de formulários, procedimentos de comunicação por e-mail e extração de dados. Seu ecossistema conta com várias integrações diferentes. Caso um aplicativo não esteja disponível nativamente, a ferramenta oferece um nó genérico para chamadas de API REST. Exemplos de uso incluem a automação de relatórios semanais de vendas e faturas, integrando serviços como Airtable, Google Docs, Gmail e Slack (Tuyishime *et al.*, 2023).

2.5 Zapier

Segundo Abdou *et al.* (2021), o Zapier é caracterizado como uma plataforma de automação baseada na web que não oferece suporte a aplicativos para dispositivos móveis ou computadores. A ferramenta foca na simplicidade da experiência do usuário, permitindo a criação de fluxos de trabalho básicos em poucos segundos, sem a necessidade de habilidades ou experiência prévia. Sua interface consiste em formulários simples para a configuração de gatilhos e ações.

A plataforma é amplamente integrada com serviços de grandes empresas de tecnologia, como Google, Instagram e Facebook. Em 2021, o Zapier era considerado a principal ferramenta da categoria em termos de integrabilidade, suportando diversas aplicações. É comumente utilizado em áreas como gestão de relacionamento com o cliente (CRM), marketing e contabilidade. A literatura sugere seu uso primordial para eventos únicos e simples, seguindo a lógica "quando o evento X ocorrer, execute a ação Y" (Abdou *et al.*, 2021).

2.6 Make

Conforme Abdou *et al.* (2021), o Make é uma plataforma de automação que oferece visualização interativa para cenários automatizados, disponibilizando informações detalhadas sobre cada etapa executada. A ferramenta permite a aplicação de funções similares às do Excel para o tratamento de textos, números e datas. Tecnicamente, o Make (Antigo Integromat) destaca-se por oferecer roteadores que permitem dividir cenários em rotas diferentes para processar os dados de forma distinta em cada caminho.

Outro recurso exclusivo é o uso de manipuladores de erros (error handlers), que permitem criar lógicas personalizadas para lidar com exceções que possam ocorrer durante a execução. A plataforma também disponibiliza agregadores e iteradores para gerenciar pacotes de dados, permitindo mesclá-los ou dividi-los conforme a necessidade do processo. É recomendada para trabalhar com conjuntos de dados complexos e múltiplas entradas (Abdou *et al.*, 2021).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, são descritos os trabalhos relacionados ao presente trabalho Tuyishime *et al.* (2023), Santos e Aganette (2023), Sahay *et al.* (2023).

3.1 *Bridging Workflow Automation Tools and EMF Modeling Ecosystems*

O estudo de Tuyishime *et al.* (2023) discute a crescente utilização de LCDPs no contexto da infraestrutura em nuvem, com ênfase particular nas WATs. O artigo cita exemplos como Zapier, IFTTT, NodeRed, Make.com e, principalmente, o n8n, destacando-o como uma das WATs mais relevantes. Em seguida, ele investiga as conexões entre essas ferramentas de baixo código e a Engenharia Orientada a Modelos (MDE), exemplificada por ecossistemas como o Eclipse EMF Epsilon. Os autores admitem que ambas as áreas buscam melhorar e automatizar o processo de desenvolvimento de software, apesar de atenderem a públicos diferentes: as WATs para usuários sem formação técnica e a MDE para criadores de linguagem.

Tuyishime *et al.* (2023) conduziram um estudo comparativo para investigar a manipulação de dados em WATs e discutir suas semelhanças com as operações de gerenciamento de modelos em MDE, examinando a possibilidade de polinização cruzada entre os dois. Para isso, empregaram um cenário motivador compartilhado: o gerenciamento de convites para colaboradores visitantes em uma universidade. Esse cenário foi implementado por meio de duas abordagens diferentes: uma fundamentada em um ecossistema MDE (com Eclipse EMF e Epsilon) e outra usando a ferramenta n8n. No n8n, o cenário foi realizado por meio da orquestração de nós visuais para a transformação de dados, validação e criação de código e documentos.

Na conclusão, os autores destacam que, apesar de ambas as metodologias serem capazes de resolver o mesmo exemplo motivador, existem diferenças e semelhanças significativas entre elas. A comparação mostrou que as WATs (como o n8n) são mais fáceis de usar para pessoas não técnicas e ótimas para integrações rápidas e visuais de serviços. Por outro lado, a MDE proporciona maior expressividade, possibilidade de personalização de domínio e robustez para especificações complexas.

3.2 Plataformas de Desenvolvimento *Low-code* na Transformação Digital e no Gerenciamento de Processos de Negócios

No trabalho de Santos e Aganette (2023), os autores discutem as dificuldades que as empresas enfrentam ao escolher a tecnologia certa para digitalizar seus processos de negócios no contexto da transformação digital. Nesse sentido, o objetivo do estudo é investigar o papel das LCDPs na transformação digital e no gerenciamento de processos de negócios. A pesquisa busca compreender como essas plataformas podem ser aplicadas de maneira eficaz para promover a transformação digital e melhorar a gestão de processos nas organizações.

Na metodologia, os autores estabeleceram o objetivo da pesquisa usando uma abordagem exploratória e qualitativa, bem como técnicas de revisão e análise sistemática da literatura. Focando-se em construir uma base teórica e metodológica sólida, para responder às seguintes perguntas de pesquisa: (i) Quais são as limitações e desafios na implementação de sistemas BPMS usando a abordagem *low-code*? (ii) Como um modelo de implementação pode ser desenvolvido para superá-los? Para atingir esses objetivos, a pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem de pesquisa-ação.

Como resultado, os autores demonstram que a adoção de abordagens *low-code* para a implementação de Sistemas de Gerenciamento de Processos de Negócios (BPMS) oferece vantagens significativas, como maior eficiência e agilidade no desenvolvimento de soluções empresariais. No entanto, também foram identificados desafios, como limitações de personalização e dificuldades de integração com sistemas legados, que podem impactar a flexibilidade e a escalabilidade dos sistemas. Para reduzir esses desafios, o estudo ressalta a importância de um planejamento cuidadoso e da escolha criteriosa das ferramentas *low-code*, bem como a necessidade de uma governança forte para assegurar o sucesso das implementações.

Como conclusão, ressalta-se que a adoção de sistemas BPMS com *low-code* tem se mostrado uma estratégia promissora para as organizações que buscam agilidade e eficiência na gestão de processos de negócios. No entanto, é importante que as empresas estejam cientes das limitações, como a personalização restrita e a dependência de fornecedores. O estudo conclui que a escolha da plataforma e a implementação adequada são cruciais para maximizar os benefícios e minimizar os riscos, e que um planejamento cuidadoso, aliado à governança eficiente, é essencial para o sucesso a longo prazo das soluções BPMS baseadas em *low-code*.

3.3 *Analyzing business process management capabilities of low-code development platforms*

No trabalho de Sahay *et al.* (2023), os autores abordam o crescente número de LCDPs e a dificuldade para usuários inexperientes discernirem suas diferenças, especialmente no que tange às capacidades de modelagem de processos de negócios. Para resolver essa questão, o estudo empregou uma metodologia que combinou uma mini revisão sistemática da literatura com uma análise comparativa qualitativa.

Inicialmente, a pesquisa conduziu uma mini revisão sistemática da literatura para identificar os principais aspectos considerados na comparação de linguagens de modelagem de processos de negócios. Com base nesses achados e na Notação de Modelagem de Processos de Negócios (BPMN) como padrão de referência, os autores realizaram uma análise comparativa qualitativa de oito LCDPs: OutSystems, Mendix, Zoho Creator, Microsoft Power Apps, Salesforce Lightning, Thinkwise, Google Appsheet e Amazon Honeycode. A análise focou em suas capacidades para especificar processos de negócios. Para ilustrar a aplicação dessas plataformas, um exemplo prático de um processo de "Recrutamento Direto" foi modelado e implementado em cada LCDPs. Os critérios de comparação incluíram os elementos centrais do BPMN, mecanismos de fluxo de trabalho e capacidades de tratamento de dados. O objetivo do estudo foi fornecer elementos objetivos para auxiliar na tomada de decisão ao selecionar uma LCDPs adequada.

Os resultados do trabalho evidenciam que as LCDPs oferecem uma série de benefícios significativos para o gerenciamento de processos de negócios. Primeiramente, essas plataformas facilitam a participação de usuários não técnicos no desenvolvimento de aplicativos, promovendo uma colaboração mais eficaz entre as equipes de TI e de negócios. Além disso, as LCDPs permitem a automação de processos, resultando em maior eficiência e redução de erros humanos, através de fluxos de trabalho modelados que podem ser facilmente ajustados.

A capacidade de integração com outros sistemas e serviços também se destaca, permitindo que as organizações conectem diferentes partes de suas operações de maneira mais eficaz. Outro ponto importante é a flexibilidade e escalabilidade das soluções desenvolvidas, que possibilitam uma rápida adaptação às mudanças nas necessidades de negócios. Por fim, o uso de LCDPs contribui para a redução de custos e tempo de desenvolvimento, permitindo que as empresas lancem produtos e serviços no mercado de forma mais ágil e competitiva.

O estudo conclui que, ao permitir que usuários com diferentes níveis de habilidade técnica participem do desenvolvimento de aplicativos, as LCDPs promovem uma abordagem

mais colaborativa e ágil. Além disso, a pesquisa destaca a importância de uma avaliação criteriosa das capacidades das LCDPs, especialmente em relação à modelagem e automação de processos de negócios, utilizando a notação BPMN como referência. O trabalho também sugere que, apesar das vantagens significativas, a seleção da plataforma adequada continua a ser um desafio devido à crescente diversidade de opções disponíveis no mercado.

3.4 Comparação entre trabalhos

Assim como em Tuyishime *et al.* (2023), este trabalho realiza uma análise aprofundada de uma plataforma de desenvolvimento *low-code* específica, o n8n, buscando compreender suas capacidades na automação de processos. No entanto, a principal diferença reside no escopo da comparação. Enquanto Tuyishime *et al.* (2023) contrapõe o paradigma das WATs, exemplificado pelo n8n, com o paradigma da MDE para investigar a manipulação de dados e a geração de código/documentos, o presente trabalho foca na análise comparativa entre o n8n e outras plataformas de WATs que utilizam *low-code*. No trabalho, os autores empregam um único cenário motivador para ilustrar as diferenças entre os paradigmas, enquanto este estudo irá selecionar três plataformas de WATs e avaliá-las sistematicamente com base em critérios de comparação previamente definidos.

Diferente de Santos e Aganette (2023), que apresenta estudos de caso realizados por múltiplas organizações e avaliados de forma coletiva, este trabalho se propõe a conduzir um estudo de caso de forma independente. Através da análise e comparação de determinadas ferramentas de automação de processos que utilizam *low-code*, serão levantados insights específicos sobre os desafios enfrentados durante o uso dessas plataformas. Essa abordagem permitiu uma compreensão mais profunda e individualizada das dificuldades e oportunidades presentes ao uso de estas plataformas, fornecendo uma visão prática e direcionada para organizações que consideram adotar essas tecnologias.

Assim como em Sahay *et al.* (2023), este trabalho se propõe a definir e utilizar critérios derivados da literatura e da prática para comparar plataformas *low-code* para gerenciamento de processos de negócios. Também apresentará um exemplo prático de modelagem de processos, similar ao estudo de caso utilizado por Sahay *et al.* (2023) para demonstrar a aplicação das plataformas. Ambos os estudos compartilham a abordagem de análise comparativa de plataformas, estabelecendo critérios de avaliação e destacando vantagens e desvantagens.

No Quadro 1 podem ser observadas características elencadas a partir dos trabalhos

relacionados apresentados anteriormente e a sua comparação ao projeto exposto no presente trabalho. Os critérios de comparação estão dispostos da seguinte maneira: (i): plataformas avaliadas; (ii): metodologia dos trabalhos; (iii): critérios para comparação das ferramentas.

Quadro 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados e o proposto

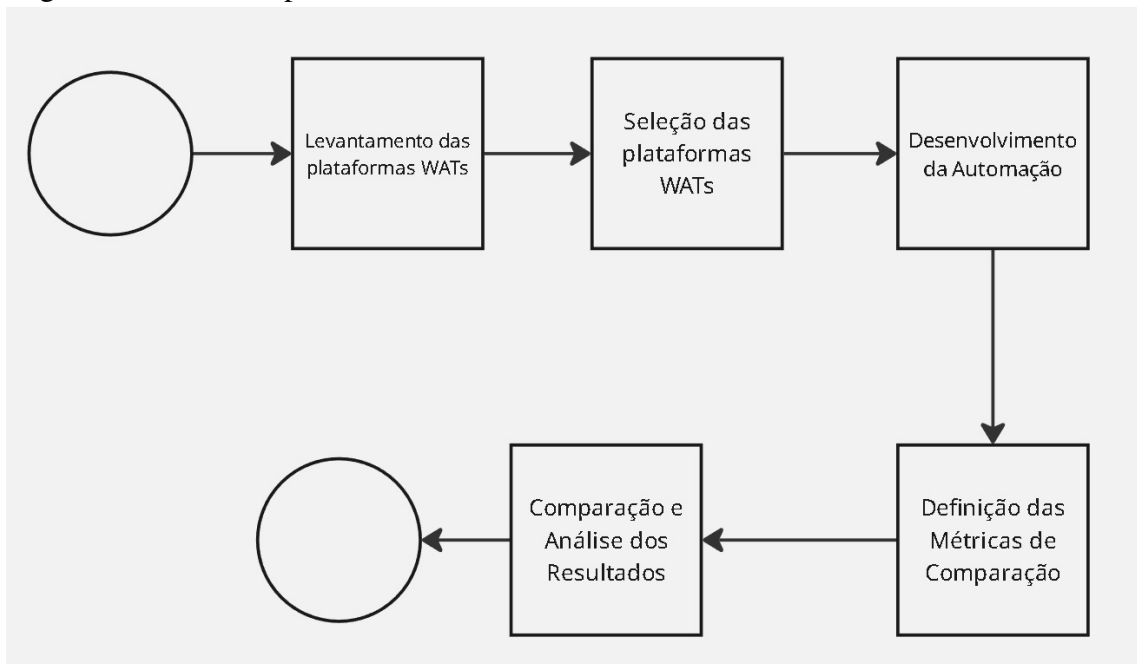
Trabalhos	Plataformas Avaliadas	Metodologia	Crítérios para comparação das ferramentas
Tuyishime <i>et al.</i> (2023)	n8n e Eclipse EMF Epsilon	Estudo de caso comparativo	Manipulação de dados, geração de código e documentos, usabilidade, expressividade e flexibilidade dos paradigmas.
Santos e Aganette (2023)	Plataformas Low-code (Genérico)	Revisão Sistemática de Literatura e Pesquisa-ação	Eficiência e agilidade no desenvolvimento, limitações de personalização, dependência de fornecedor, complexidade de integração com legados e governança.
Sahay <i>et al.</i> (2023)	OutSystems, Mendix, Zoho Creator, Microsoft Power Apps, Google AppSheet, Amazon Honeycode, Thinkwise, Salesforce Lightning	Mini revisão sistemática da literatura e análise comparativa qualitativa	Elementos BPMN e critérios de qualidade (concisão, executabilidade, padronização, granularidade e colaboratividade).
Este Trabalho	n8n, Make.com e Zapier	Análise comparativa	Preços e Limitações, Integrações Nativas, Latência Média de Execução, Número de Módulos, Ecossistema de Aprendizagem, Lógica do Negócio, Recursos de Monitoramento, Tratamento de Erros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 METODOLOGIA

A seguir são apresentados os seguintes passos para a execução do trabalho, na Figura 3 é possível visualizar os passos: 4.1 Levantamento das plataformas de WATs que utilizam *low-code*; 4.2 Seleção das plataformas a serem comparadas; 4.3 Desenvolvimento da automação de um processo de negócio; 4.4 Definição dos atributos e métricas de comparação; e 4.5 Comparação e Análise dos resultados obtidos.

Figura 3 – Fluxo dos passos executados



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1 Levantamento das plataformas WATs

O levantamento das plataformas não se concentrou em um estudo exaustivo de todo o mercado de uso geral para aplicações corporativas. Em vez disso, o foco foi direcionado para as WATs, as quais são um mecanismo de impulsionamento do BPM com forte ênfase na orquestração de processos de negócio. Essas ferramentas são caracterizadas por sua capacidade de conectar diferentes aplicações e serviços por meio de interfaces visuais intuitivas, exigindo pouca ou nenhuma codificação manual para automatizar tarefas repetitivas e fluxos de trabalho.

Para isso, utilizamos estudos como o de Tuyishime *et al.* (2023) como referência para identificar as plataformas mais importantes e relevantes nessa área. O objetivo é selecionar um grupo pequeno de plataformas que tenham características bem diferentes entre si, como tipo

de licença (código aberto em relação ao *SaaS*), nível de controle sobre o código, como fazem integrações e flexibilidade para criar fluxos de trabalho. Essa variedade permite uma análise comparativa mais rica no contexto de gerenciamento de processos de negócios, garantindo que as plataformas escolhidas possam realmente ser estudadas sem limitações que impeçam a pesquisa.

4.2 Seleção das plataformas WATs

O trabalho de Tuyishime *et al.* (2023) reconhece que as seguintes plataformas têm ganhado relevância nos últimos anos e por isso a seleção das plataformas para este estudo comparativo foi direcionada a três nomes de destaque: **n8n**¹, **Make.com**² e **Zapier**³. A escolha dessas plataformas não é arbitrária, mas sim fundamentada em sua relevância no mercado, suas distintas abordagens tecnológicas e, crucialmente, no fato de serem frequentemente comparadas entre si pela própria indústria e por usuários.

Um dos indicativos da pertinência dessa comparação é que o próprio n8n, em seu material oficial e artigos de blog, frequentemente compara suas capacidades com as do Zapier e Make.com, detalhando as diferenças em termos de funcionalidades, modelos de licenciamento e poder de automação para diversos casos de uso. Essa prática de comparação direta pela própria empresa demonstra que estas três plataformas são vistas como concorrentes diretas e soluções viáveis no mercado de automação de fluxos de trabalho (Dmitrievna, 2024).

Além disso, todas as plataformas selecionadas oferecem características que as tornam acessíveis para um estudo acadêmico, como:

- **n8n**: Destaca-se por ser uma ferramenta *open-source* e auto-hospedável, oferecendo grande flexibilidade e controle, além de uma versão em nuvem.
- **Make.com (anteriormente Integromat)**: Conhecida por sua poderosa interface visual e capacidade de criar fluxos complexos com granularidade, oferecendo um generoso plano gratuito para testes.
- **Zapier**: Reconhecida por sua vasta biblioteca de integrações e facilidade de uso, sendo uma das pioneiras no conceito de automação "*no-code*" para usuários sem conhecimento técnico aprofundado, também com um plano gratuito.

A combinação dessas características e o reconhecimento mútuo como alternativas diretas consolidam o n8n, Make.com e Zapier como os candidatos ideais para a análise comparativa detalhada

¹ <https://n8n.io/>

² <https://www.make.com/>

³ <https://zapier.com/>

do processo de Agendamento de uma Aula, permitindo explorar suas vantagens e desafios em um contexto prático.

4.3 Desenvolvimento da Automação de um Processo de Negócio

Nesta etapa do trabalho, é realizada a implementação prática da automação de um processo de negócio em cada uma das plataformas que foram selecionadas. O objetivo principal é criar um cenário real que permita avaliar como cada ferramenta se comporta na hora de organizar e executar um fluxo de trabalho, servindo de base para aplicarmos os critérios de comparação definidos mais adiante.

O processo escolhido para este estudo de caso foi o **Agendamento de uma Aula**. Essa escolha foi feita de forma estratégica, pois o agendamento representa um desafio comum para muitas empresas prestadoras de serviço atualmente, como escolas de idiomas, estúdios de música ou centros de treinamento. Marcar aulas é uma tarefa essencial que acontece repetidamente e, quando feita de forma manual, pode consumir muito tempo da equipe e gerar erros evitáveis.

Automatizar esse tipo de tarefa, que exige a conexão entre diferentes ferramentas como formulários de entrada, banco de dados para salvar dados e sistemas de e-mail para avisos, é justamente onde as plataformas *low-code* e as ferramentas de automação de fluxo (WATs) mais se destacam. Elas permitem que até pessoas sem um conhecimento profundo em programação consigam criar soluções eficientes, o que ajuda a empresa a economizar recursos e ser mais ágil no dia a dia. Além disso, por possuir várias etapas e regras de decisão, esse processo funciona como um ótimo teste para vermos até onde cada plataforma consegue ir, desde a criação da lógica até a facilidade de integração entre sistemas.

Para que a implementação seja padronizada em todas as ferramentas, os passos detalhados do processo de agendamento serão os seguintes:

1. **Captação da Solicitação (Gatilho):** O fluxo inicia-se quando o cliente preenche um formulário online, fornecendo dados como nome, e-mail, a aula desejada (Funcional, Boxe ou Judô), além da escolha de dia e horário.
2. **Verificação de Duplicidade e Disponibilidade:** O sistema realiza uma consulta à base de dados para verificar duas condições essenciais: primeiro, se o usuário já possui um registro para a mesma aula e horário (evitando duplicidade); segundo, se ainda existem vagas disponíveis para a modalidade solicitada.

3. **Processamento e Notificação de Status:** Com base na análise dos dados, o sistema dispara uma notificação automática via e-mail ao cliente informando o status da solicitação:
- **Sucesso:** Caso haja vaga e não exista duplicidade, o agendamento é confirmado e registrado no banco de dados de controle.
 - **Aula Lotada:** Caso a capacidade máxima tenha sido atingida, envia-se um e-mail explicando a indisponibilidade.
 - **Duplicidade:** Caso o sistema identifique que as mesmas informações já foram cadastradas para aquele horário, envia-se um aviso informando que o cadastro já existe e não precisa ser repetido.
4. **Lembretes Automáticos:** Para os agendamentos confirmados com sucesso, o sistema programa o envio de um e-mail de lembrete que é disparado automaticamente 24 horas antes do início da aula.

A implementação fiel desse fluxo em cada plataforma permitirá observar, na prática, quais são as facilidades e os obstáculos que cada uma oferece, garantindo uma análise final justa e baseada em fatos reais de uso.

4.4 Definição dos Atributos e Métricas de Comparação

Para garantir que a comparação entre as plataformas seja justa e útil para o dia a dia das empresas, foram escolhidos critérios que misturam a teoria de BPM com a prática de uso. Esses critérios foram baseados em estudos sobre o desenvolvimento *low-code*, como os de Sahay *et al.* (2023), e também em aspectos práticos como custo e suporte, que são fundamentais para a escolha de uma ferramenta em pequenas e médias empresas (Bastos, 2023; Siqueira, 2024).

A ideia é usar o processo de Agendamento de uma Aula, descrito na seção anterior, como o laboratório para testar cada um desses pontos. Dessa forma, a avaliação não fica apenas na teoria, mas mostra como a plataforma se comporta na prática ao resolver um problema real.

4.4.1 Critérios Quantitativos

Os critérios quantitativos são aqueles baseados em dados concretos e numéricos, que podem ser observados e listados diretamente, permitindo uma comparação objetiva. Para este trabalho, os critérios quantitativos definidos são:

4.4.1.1 *Modelo de Preços e Limitações do Plano Utilizado*

Um critério prático e fundamental é o custo-benefício. Para compor essa análise, os dados foram coletados diretamente dos sites oficiais das ferramentas. Para entender isso de forma rápida, foi analisado o plano gratuito ou de teste que foi utilizado em cada plataforma. Serão listadas as limitações explícitas e numéricas desse plano, como: a métrica de custo, o número de execuções permitidas por mês e a quantidade de usuários. Também foi feita uma breve descrição do modelo de preços da ferramenta. Esta análise ajuda a entender se a ferramenta é viável para um projeto pequeno, ou se os custos podem se tornar um problema rapidamente.

4.4.1.2 *Número de Integrações Nativas Disponíveis*

Este critério mede a variedade de ferramentas e serviços com os quais a plataforma consegue se conectar de forma nativa, ou seja, sem a necessidade de configurações complexas de API. Os dados dessa análise também foram coletados diretamente dos sites oficiais das ferramentas. Uma quantidade maior de integrações nativas geralmente indica uma plataforma mais versátil e poderosa, capaz de se adaptar a mais cenários de negócio sem depender de soluções customizadas.

4.4.1.3 *Latência Média de Execução do Processo (em segundos)*

A agilidade na execução do processo é um benefício crucial das plataformas *low-code*. Para o processo de agendamento, a velocidade de resposta ao usuário (confirmação, lembretes) é importante. Este critério medirá o tempo médio que o processo completo, ou suas etapas mais críticas, levam para serem concluídas. São registrados os tempos transcorrido entre o envio do formulário de solicitação e o recebimento do e-mail de confirmação, bem como o tempo para a escrita dos dados no banco de controle, para várias execuções, e calculada a média.

4.4.1.4 *Número de Módulos/Nós/Blocos Visuais Necessários para o Fluxo Completo*

Este critério reflete a granularidade da plataforma e a complexidade visual do fluxo de trabalho. Uma plataforma que consegue realizar muitas ações com poucos blocos visuais pode indicar maior abstração e simplicidade no design do fluxo, o que impacta na facilidade de leitura e manutenção. São contados diretamente o número de "módulos", "nós", "blocos" ou "steps" distintos utilizados no designer visual de cada plataforma para construir todo o processo

de agendamento.

4.4.1.5 Suporte e Ecossistema de Aprendizagem

Este critério avalia a quantidade e variedade de recursos de suporte e aprendizado oferecidos por cada plataforma. Os dados dessa análise foram consultas nos sites e documentações das ferramentas. São contabilizados o número de diferentes categorias de recursos disponíveis, tais como: documentação oficial detalhada, tutoriais em vídeo, fóruns da comunidade, e exemplos de projetos ou templates. Uma maior diversidade e acessibilidade desses recursos indicam um ecossistema mais robusto para o usuário.

4.4.2 Critérios Qualitativos

Os critérios qualitativos focam na experiência de uso e na percepção do pesquisador ao interagir com a plataforma. Para avaliá-los, o pesquisador registrará observações detalhadas e análises descritivas, com foco em aspectos subjetivos que complementam os dados quantitativos.

4.4.2.1 Flexibilidade para a Lógica do Negócio

Uma automação não é só conectar peças, mas também criar regras. Este critério avalia a capacidade da ferramenta em permitir a implementação da lógica complexa exigida pelo processo de agendamento. Para o agendamento, os pontos chave são: verificar a disponibilidade de vagas em um banco de dados ou calendário e decidir qual tipo de e-mail enviar com base em uma condição. Foram registradas observações sobre quão intuitivo e flexível foi implementar essa lógica condicional, destacando qualquer limitação imposta pela ferramenta, como dificuldades em manipular dados, criar regras complexas ou a necessidade de soluções alternativas para funcionalidades específicas.

4.4.2.2 Qualidade e Clareza dos Recursos de Monitoramento do Processo

O monitoramento é fundamental para acompanhar o desempenho e a saúde dos processos automatizados. Este critério qualitativo avalia a qualidade percebida e a clareza das ferramentas de monitoramento oferecidas pela plataforma para o processo de agendamento. O pesquisador observará quão intuitivos são os painéis de controle (*dashboards*), a facilidade para identificar execuções individuais, a clareza das mensagens de erro, a capacidade de rastrear o

progresso do processo em tempo real e a utilidade das informações fornecidas para identificar gargalos ou falhas. São analisados se os recursos de monitoramento efetivamente ajudam a entender o que está acontecendo com o processo e a reagir a desvios.

4.4.2.3 Resiliência e Tratamento de Erros

Este critério avalia a capacidade da plataforma de lidar com falhas inesperadas durante a execução do fluxo. O foco da análise é observar se a ferramenta oferece recursos nativos para identificar erros (como falha no envio de e-mail ou queda de conexão) e se permite configurar caminhos alternativos ou tentativas automáticas. A resiliência é um fator crítico para garantir a continuidade do processo de negócio sem a necessidade de intervenção humana constante, conforme preconizado pela ABPMP (2021).

4.5 Comparação e Análise dos resultados obtidos

Nesta etapa, com base nos atributos e métricas definidos na Seção 4.4, os resultados da implementação do processo de Agendamento de uma Aula em cada plataforma foram compilados. Foi criado um catálogo detalhado com os dados coletados para cada critério quantitativo e as análises descritivas para os critérios qualitativos. Por fim, após realizar a comparação entre as plataformas, os resultados foram analisados de forma crítica para extrair conclusões e identificar as recomendações pertinentes.

5 RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos a partir da implementação prática do processo de **Agendamento de Aula**. O foco desta análise é confrontar o desempenho técnico, a eficiência operacional e a capacidade de tratamento de exceções das plataformas n8n, Make.com e Zapier em um cenário de integração com banco de dados relacional.

A estrutura de análise segue os moldes de trabalhos anteriores que comparam plataformas *low-code* por meio de critérios quantitativos e qualitativos. Para garantir a validade dos testes, o fluxo foi padronizado, englobando a recepção de dados via *Webhook*, validação de integridade no PostgreSQL e comunicação via Gmail.

5.1 Análise Detalhada dos Critérios Quantitativos

Nesta seção, avaliam-se as métricas objetivas coletadas durante a execução dos fluxos, permitindo uma comparação baseada em fatos técnicos e financeiros.

5.1.1 Modelo de Preços e Viabilidade do Plano Utilizado

A viabilidade financeira constitui um dos fatores mais críticos para a adoção de tecnologias *low-code* em Pequenas e Médias Empresas (PMEs), uma vez que o modelo de custos impacta diretamente o *Total Cost of Ownership* (TCO) e a escalabilidade dos processos automatizados. No contexto do processo de "Agendamento de Aula" desenvolvido, a métrica de cobrança define o teto de crescimento da solução. O n8n¹ apresenta uma vantagem disruptiva através do seu modelo de licenciamento *fair-code*, que disponibiliza uma *Community Edition* gratuita para auto-hospedagem (*self-hosting*) via Docker ou npm. Nesta modalidade, a plataforma elimina o custo variável por tarefa, operando sob a unidade de "Execução", onde o fluxo completo independentemente do número de nós processados conta como uma única unidade, conferindo alta previsibilidade orçamentária mesmo para milhares de agendamentos mensais.

Em contrapartida, o **Make.com**² utiliza uma métrica baseada em "Créditos" (anteriormente denominados operações), onde cada módulo ou nó acionado no cenário consome uma unidade. Para o cenário técnico deste trabalho, um único agendamento que envolva o gatilho (*Webhook*), consulta de integridade no PostgreSQL, lógica de roteamento e disparo de e-mail consome

¹ <https://n8n.io/>

² <https://www.make.com/>

aproximadamente 6 a 8 créditos por ciclo. No plano gratuito de 1.000 créditos, a operação atingiria o limite com cerca de 125 agendamentos, o que pode induzir a desenvolvedores a criarem fluxos excessivamente simplificados ou omitir etapas de tratamento de erro para preservar o determinados saldos.

O **Zapier**³ revelou-se a alternativa de maior custo para o cenário de PMEs, operando com a unidade de "Tarefa". O plano *free* impõe um limite de 100 tarefas mensais e restringe a arquitetura a "Zaps" de apenas duas etapas (um gatilho e uma ação), tornando-o tecnicamente insuficiente para fluxos que exigem contexto mais complexos por execução ou fluxos que fazem muitas operações com banco de dados externos. Esse é um fator que cria barreiras para a implementação de processos complexos em cenários de baixo orçamento.

Para sintetizar a análise de viabilidade técnica e financeira, o Quadro 2 detalha os limites observados.

Quadro 2 – Comparativo técnico de planos e unidades de medida

Característica	n8n	Make.com	Zapier
Métrica de Custo	Execução (fluxo completo)	Créditos (por módulo/nó)	Tarefa (por ação)
Limitação do Plano Gratuito	Ilimitado no <i>self-host</i>	1.000 créditos/mês	100 tarefas/mês
Quantidade de Usuários no Time	Ilimitado no <i>self-host</i>	1 no plano gratuito	1 no plano gratuito
Consumo por Processo	1 Unidade	6 a 8 Créditos	1 Tarefa
Escalabilidade Econômica	Alta	Média	Baixa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conclui-se que o **n8n** oferece a melhor relação custo-benefício para automações de alto volume, permitindo que a empresa escale sem incremento proporcional no licenciamento. Enquanto o **Make.com** é equilibrado para volumes moderados devido à sua granularidade, o **Zapier** posiciona-se como uma ferramenta de conveniência para automações lineares e de baixa complexidade, onde a facilidade de configuração justifica o custo por tarefa superior.

5.1.2 Número de Integrações Nativas Disponíveis

A versatilidade de uma plataforma WATs é mensurada pela sua capacidade de conexão nativa com serviços externos, o que reduz a necessidade de codificação manual e acelera

³ <https://zapier.com/>

a automação de processos. Este critério contabiliza os conectores pré-construídos disponíveis nos diretórios e sites oficiais de cada ferramenta, refletindo a amplitude de seus ecossistemas, a informação foi consultada nos sites das plataformas no dia 14 de Janeiro de 2026.

O **Zapier** detém a liderança quantitativa com um diretório que ultrapassa 8.000 aplicativos integrados segundo o site da plataforma, não foi possível identificar especificamente em qual versão do Zapier contém esse número de integrações. Esta vasta biblioteca é fruto de seu pioneirismo no mercado e de um modelo que prioriza a facilidade de conexão para usuários de negócios. Contudo, vale ressaltar que a utilidade prática muitas vezes concentra-se em ferramentas específicas do mercado, tornando o volume total de integrações menos determinante do que a qualidade dos conectores essenciais. Para o processo de agendamento analisado, o Zapier garante compatibilidade imediata com praticamente qualquer ferramenta de produtividade moderna, embora sua profundidade em cada conector seja, por vezes, mais limitada em comparação aos concorrentes.

O **Make.com** disponibiliza mais de 3.000 aplicativos em seu ecossistema oficial, segundo o site da ferramenta, também não foi possível identificar qual versão do Make contém esse número de integrações. A filosofia da plataforma foca no equilíbrio entre quantidade e profundidade: seus conectores costumam oferecer acesso a quase todos os *endpoints* das APIs integradas, permitindo uma manipulação de dados mais granular. No estudo de caso, o Make permitiu uma interação profunda com o PostgreSQL e Gmail sem a necessidade de chamadas de API customizadas.

O **n8n** apresenta uma abordagem de ecossistema híbrido, oferecendo suporte a mais de 1.000 integrações, no n8n também não foi possível identificar qual versão da plataforma que contém essas integrações. Contudo, este número divide-se em aproximadamente 400 nós principais (*core nodes*), desenvolvidos e mantidos pela equipe oficial, e mais de 600 nós criados pela comunidade (*community nodes*). Embora o volume absoluto seja inferior aos concorrentes, o n8n compensa essa diferença através de sua alta extensibilidade, permitindo que desenvolvedores criem ou importem conectores personalizados de forma nativa para suprir demandas específicas do processo de agendamento.

A síntese dos dados quantitativos de integração pode ser observada no Quadro 3.

Quadro 3 – Comparativo do volume de integrações nativas

Plataforma	Integrações Oficiais
n8n	~1.000
Make.com	~3.000
Zapier	~8.000

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.3 Latência de Execução e Capacidade de Processamento

A análise da latência foi segmentada em dois testes distintos para avaliar o desempenho das plataformas sob diferentes regimes de carga e métodos de ativação. Para garantir a integridade dos resultados, é importante destacar as condições de hospedagem de cada ferramenta: o n8n foi avaliado em uma instância *self-hosted*, instalada em um servidor VPS da Hostinger (Plano KVM 2) localizado no Brasil (São Paulo). A infraestrutura utilizou o sistema operacional Debian 12, configurada com 2 núcleos de CPU, 8 GB de memória RAM e 100 GB de espaço em disco, enquanto o Make.com e o Zapier foram testados em seus próprios ambientes nativos em nuvem (SaaS). Essa distinção de ambientes deve ser considerada uma variável externa, uma vez que o desempenho em nuvem pode sofrer flutuações de latência e processamento decorrentes de fatores de rede ou infraestrutura do provedor que fogem ao controle desta análise.

5.1.3.1 Fluxo 1: Agendamento e Notificação

Neste cenário, avaliou-se a capacidade de resposta imediata das ferramentas diante de 20 requisições simultâneas enviadas via *webhook*, simulando um pico de acesso no processo de agendamento, demonstrado na Tabela 1. A definição de 20 requisições simultâneas para os testes de estresse e latência fundamenta-se nos estudos de Siqueira (2024). A medição foi realizada através da extração dos registros de *logs* internos de cada plataforma, permitindo o cálculo da média aritmética e do desvio padrão para aferir a estabilidade do processamento paralelo.

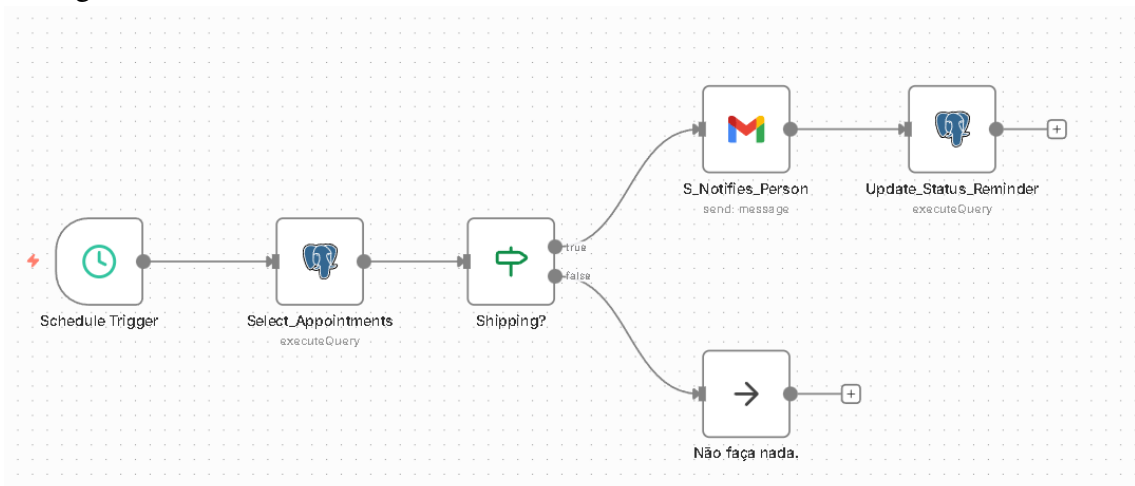
Os resultados evidenciaram que o **n8n** obteve o melhor desempenho em termos de velocidade e estabilidade, com uma média de 3,6 segundos e o menor desvio padrão 0,949, indicando alta previsibilidade. O **Make.com** apresentou resultados próximos, com média de 4 segundos e desvio padrão de 1,099. Em contraste, o **Zapier** demonstrou uma latência significativamente superior, com média de 11 segundos, além de uma volatilidade elevada, expressa pelo desvio padrão de 5,018, o que sugere limitações de concorrência em sua infraestrutura básica.

5.1.3.2 Fluxo 2: Lembretes de Agendamento

O segundo teste consistiu no processamento de um lote de 20 lembretes de aula em uma única execução disparada por gatilho temporal. O objetivo foi medir a eficiência do mecanismo de iteração e a capacidade de *throughput* de cada ferramenta.

Observou-se que o **n8n** manteve a liderança em eficiência, concluindo o lote em 15,8 segundos. O **Zapier**, apesar de sua arquitetura linear, apresentou um resultado competitivo de 16 segundos. Contudo, é importante ressaltar que o Zapier exigiu a implementação de um módulo de *loop*, que fragmentou a tarefa em 20 sub-execuções independentes. Para este cálculo, foi computada a diferença temporal entre o término do último nó da sub-execução final e o início do primeiro nó da sub-execução inicial. Por fim, o **Make.com** apresentou a maior latência neste cenário, levando 27 segundos para finalizar a iteração total do lote.

Figura 4 – Fluxo de lembrete de aula no n8n



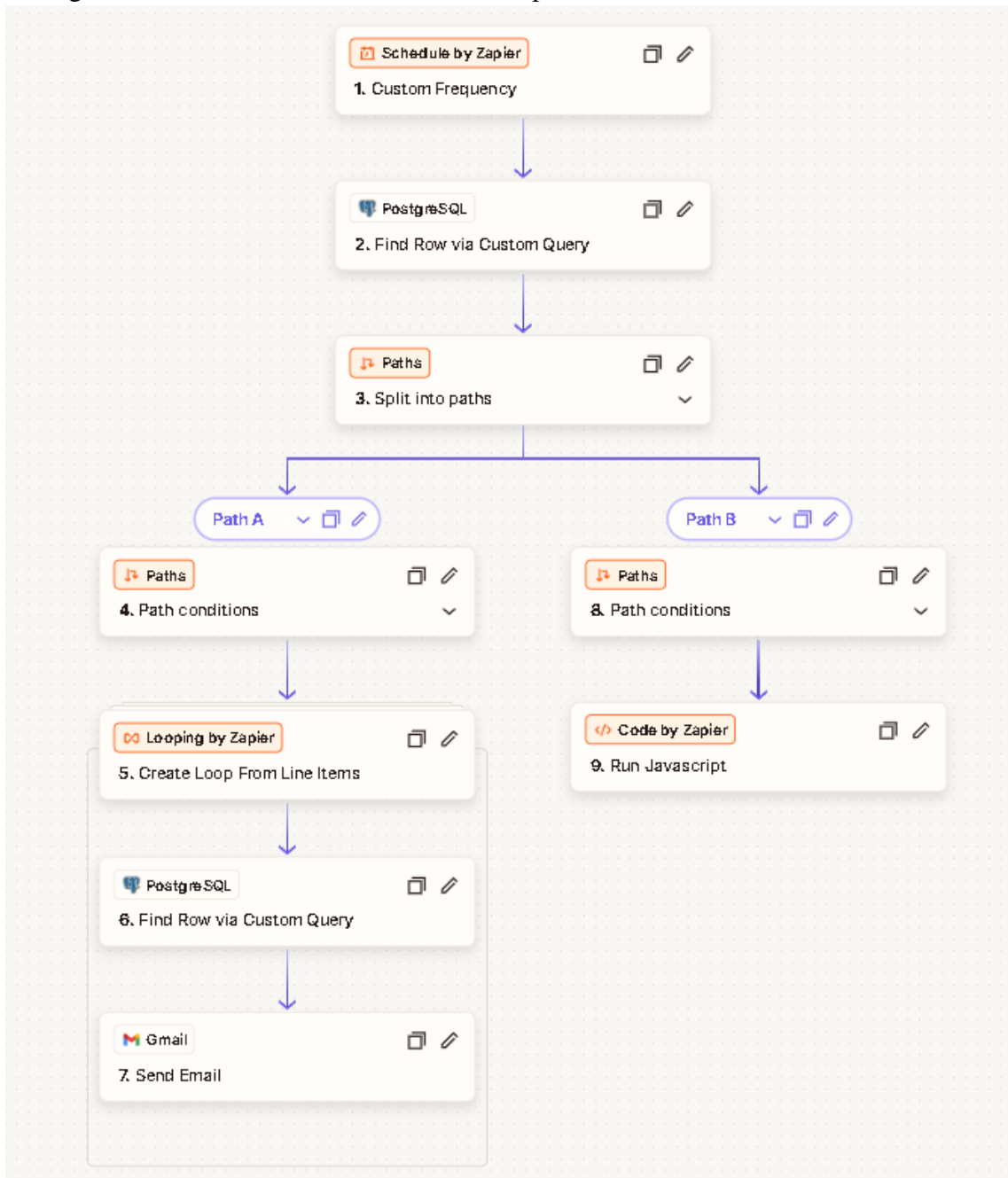
Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 1 – Resultados Comparativos de Latência e Processamento em Segundos

Cenário de Teste	n8n	Make.com	Zapier
Fluxo 1: Média de Agendamento	3,6	4,0	11,0
Fluxo 1: Desvio Padrão do Agendamento	0,949	1,099	5,018
Fluxo 2: Tempo Geral	15,8	27,0	16,0

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 5 – Fluxo de lembrete de aula no Zapier



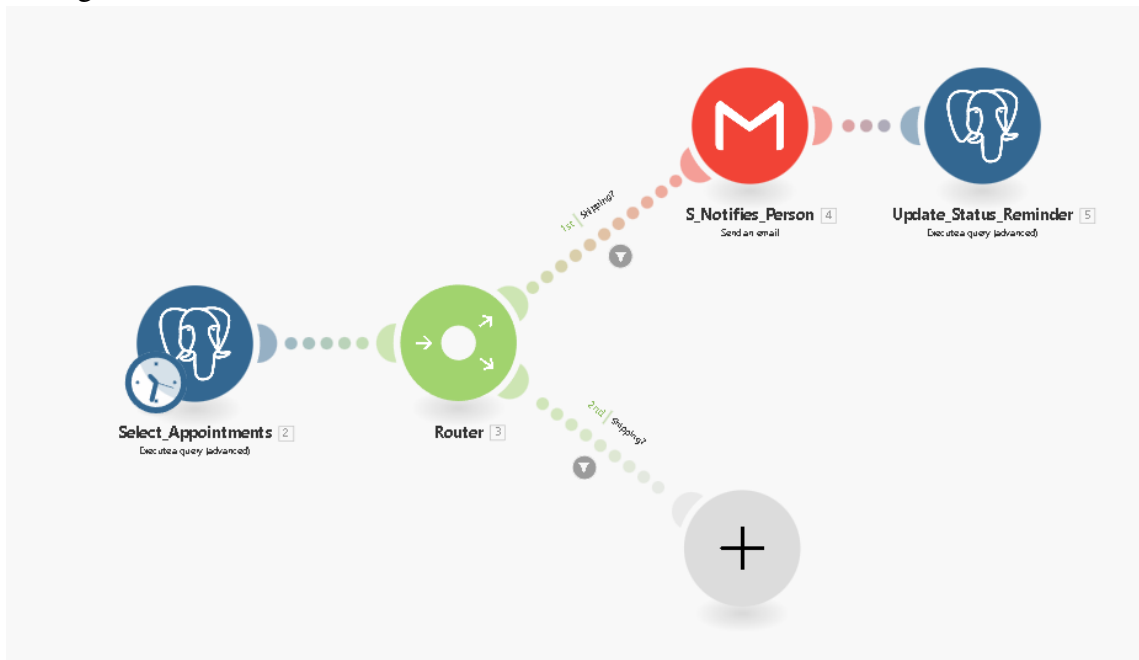
Fonte: Elaborado pelo Autor

5.1.4 Número de Módulos e Densidade Visual

A complexidade visual de um fluxo de automação é um fator determinante para a manutenibilidade e para a clareza na comunicação entre os envolvidos no processo de negócio. Este critério analisa a densidade visual e a granularidade técnica de cada plataforma, observando como a lógica do "Agendamento de Aula" foi distribuída entre módulos e fluxos.

Para o estudo de caso, a contagem final de módulos/nós utilizados após a implementação completa é apresentada na Tabela 2.

Figura 6 – Fluxo de lembrete de aula no Make.com



Fonte: Elaborado pelo Autor

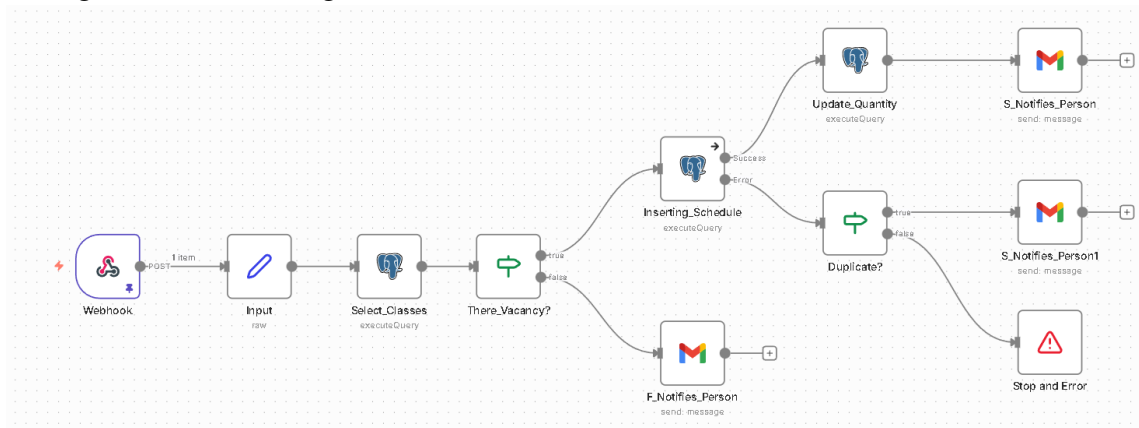
Tabela 2 – Densidade Visual: Contagem de Módulos por Fluxo

Plataforma	Fluxo de Agendamento	Fluxo de Lembrete	Total de Nós
n8n	11	6	17
Make.com	11	4	15
Zapier	10	7	17

Fonte: elaborado pelo autor

No **n8n**, a utilização de 17 nós reflete uma abordagem voltada à transparência das etapas de processamento, conforme a Figura 7 e a Figura 4. A plataforma demanda a inclusão de nós específicos para a manipulação e preparação de dados (*Set nodes*), o que torna explícita a transformação da informação em cada estágio da transação, garantindo ao desenvolvedor um controle granular sobre o fluxo de dados.

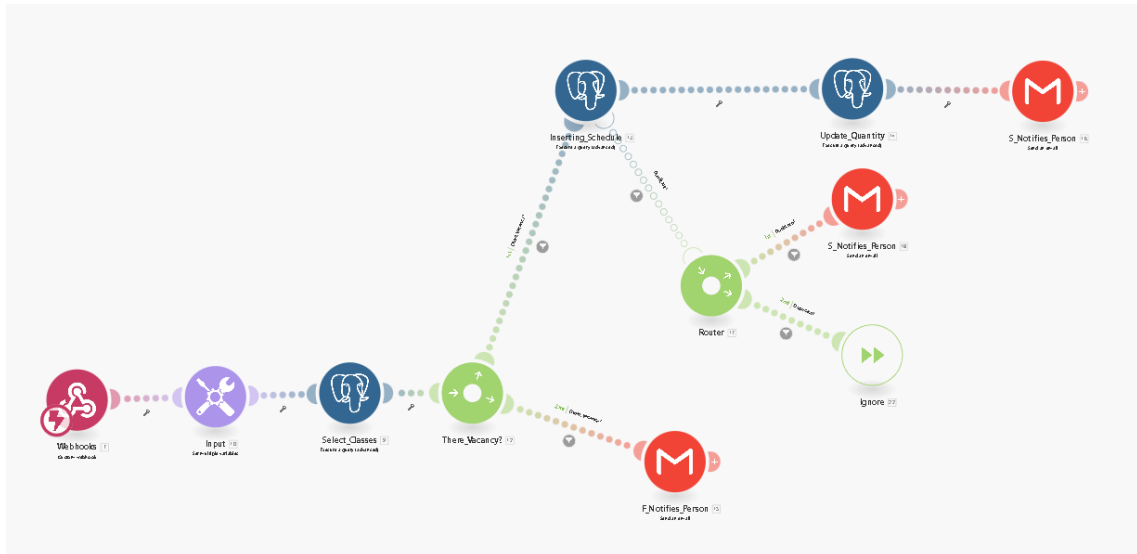
Figura 7 – Fluxo de agendamento de aula no n8n



Fonte: Elaborado pelo Autor

O **Make.com** apresentou a mesma contagem total (15 nós), porém com uma filosofia de design distinta baseada na síntese visual, conforme a Figura 8 e a Figura 6. A plataforma permite que o mapeamento de variáveis seja realizado internamente nos módulos de ação, e o uso de roteadores nativos permitiu ramificar a lógica de forma centralizada, mantendo a conformidade com as regras de negócio sem expandir excessivamente a área de ocupação do fluxo.

Figura 8 – Fluxo de agendamento de aula no Make.com



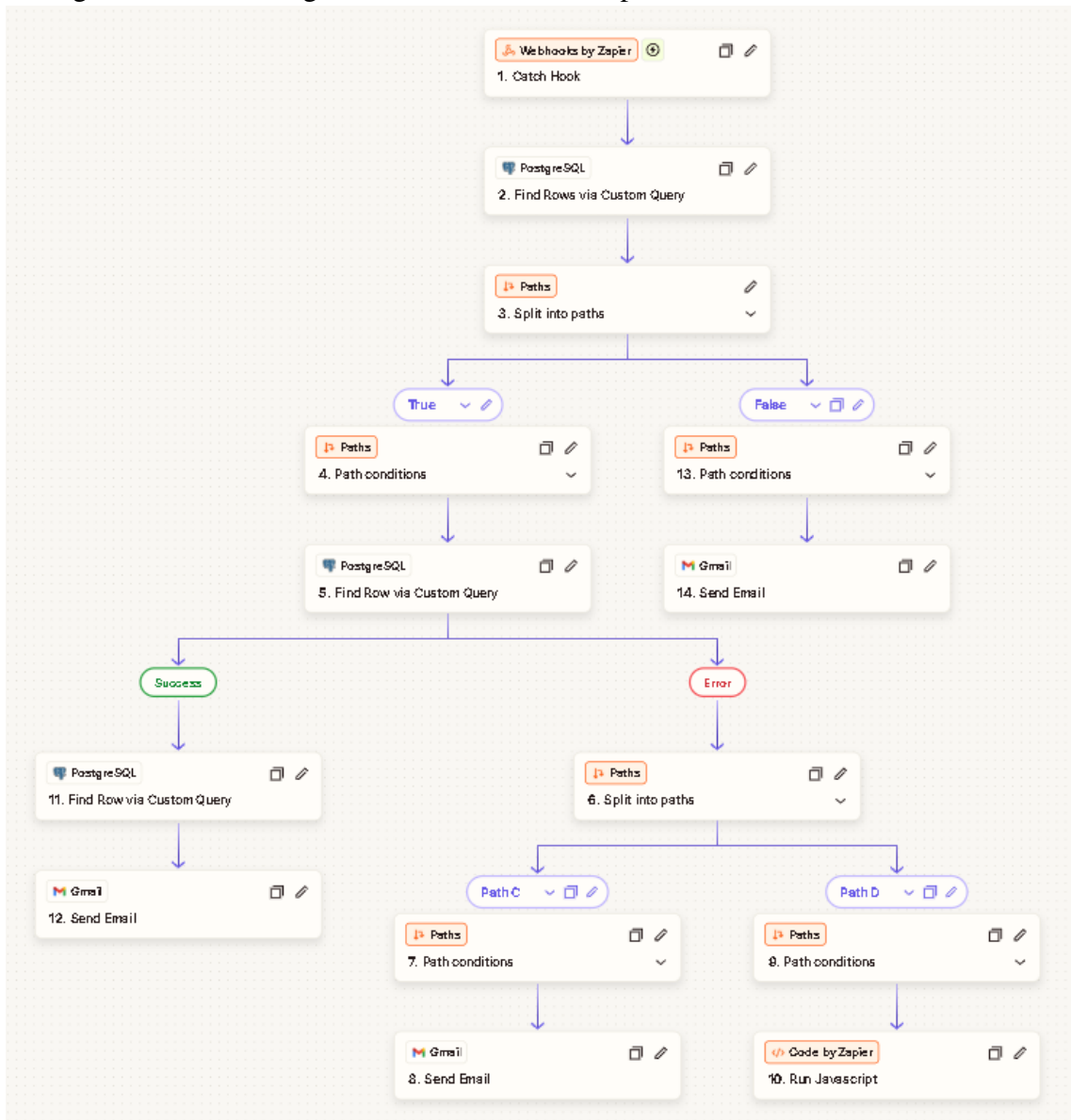
Fonte: Elaborado pelo Autor

Para o **Zapier**, a contagem total de 17 nós revela desafios específicos relacionados ao seu paradigma linear, conforme a Figura 9 e a Figura 5. No Fluxo de Lembrete, a plataforma exigiu a adição de um nó de *Looping* para iterar corretamente sobre os registros, uma etapa que é processada de forma mais direta nas outras ferramentas. Outro fator que elevou a densidade visual foi a necessidade de um nó adicional para a padronização de variáveis. Diferente do **n8n** (com o nó *Edit Fields*) ou do **Make.com**, o Zapier carece de um módulo universal de edição de campos em etapa única, obrigando o uso de utilitários como o *Formatter* para assegurar a integridade dos dados antes da execução final. Essa fragmentação, embora funcional, exige que a visão holística do processo seja gerenciada com maior atenção técnica para evitar redundâncias.

5.1.5 Suporte e Ecosystema de Aprendizagem

O suporte técnico e o ecossistema de aprendizagem são pilares fundamentais para a viabilidade de qualquer solução em longo prazo. No contexto das WATs e LCDPs, a facilidade de acesso à capacitação e a existência de comunidades ativas permitem que a curva de aprendizado seja reduzida e que incidentes operacionais sejam resolvidos com agilidade. Este critério analisa

Figura 9 – Fluxo de agendamento de aula no Zapier



Fonte: Elaborado pelo Autor

a estrutura de ensino oferecida pelas empresas, os canais de suporte oficial e a dinâmica das comunidades de usuários.

A plataforma **n8n** concentra sua estratégia de capacitação no **n8n Learning Path** (Caminho de Aprendizado), integrado diretamente à sua documentação oficial. Este recurso oferece cursos estruturados em níveis, que combinam guias práticos em texto e videoaulas oficiais para facilitar a compreensão dos conceitos de nós e arquitetura de dados. O suporte comunitário é o ponto central da ferramenta, fundamentado no fórum oficial (*community.n8n.io*⁴), onde engenheiros da própria equipe e membros ativos colaboram na resolução de dúvidas técnicas.

O **Make.com** adota uma abordagem de ensino visual e certificada por meio da **Make**

⁴ <https://docs.n8n.io/>

Academy⁵, um portal de treinamento gratuito que utiliza mecanismos de certificação para validar o conhecimento do usuário em diferentes níveis de proficiência. A documentação oficial é organizada de forma operacional, com guias específicos para cada um dos milhares de aplicativos integrados. O suporte interativo ocorre primariamente na *Make Community*, onde usuários discutem lógicas de processamento e compartilham soluções para desafios de integração.

No ecossistema do **Zapier**, a capacitação é provida pela plataforma **Zapier Learn**⁶, oferecendo cursos gratuitos que abrangem desde fundamentos de automação até orquestração com inteligência artificial. Para suporte técnico, a plataforma disponibiliza uma extensa central de ajuda (*Help Center*) e a *Zapier Community*. É importante notar que, para usuários de planos gratuitos, o suporte é limitado a assistentes virtuais automatizados e ao fórum, enquanto o suporte via *chat* humano em tempo real é restrito a planos profissionais de alto volume ou superiores.

Para sintetizar os canais de suporte e aprendizagem identificados, o Quadro 4 apresenta a localização e a natureza dos recursos oficiais.

Quadro 4 – Comparativo de canais de suporte e ecossistemas de aprendizagem

Característica	n8n	Make.com	Zapier
Plataforma de Ensino	n8n Learning	Make Academy	Zapier Learn
Custo dos Cursos	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Localização do Suporte	community.n8n.io	community.make	community.zapier

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Análise Detalhada dos Critérios Qualitativos

Esta seção avalia aspectos subjetivos, mas essenciais, como a resiliência e a capacidade de monitoramento das plataformas.

5.2.1 Flexibilidade para a Lógica do Negócio

Este critério avalia como cada plataforma conseguiu lidar com as regras de decisão nos dois fluxos criados: o de agendamento e o de lembrete. Para que o processo funcionasse, as ferramentas precisaram se conectar à base de dados PostgreSQL para verificar se havia vagas e ao Gmail para enviar as notificações automáticas. Um ponto importante é que, apesar dos dados

⁵ <https://academy.make.com/>

⁶ <https://learn.zapier.com/>

finais serem salvos no banco de dados, o disparo inicial para o Webhook foi simulado a partir de informações originadas em formulários integrados ao Google Sheets.

No **n8n**, a lógica foi construída de forma bem visual e dividida em dois fluxos claros. No processo de agendamento, após receber os dados e organizá-los em um nó de entrada, a plataforma realizou uma consulta no Postgres para verificar a disponibilidade de turmas. Caso houvesse vaga, o sistema seguia para a inserção do registro e atualização da quantidade; caso contrário, utilizava ramificações para checar duplicidade ou informar que a aula estava lotada. No fluxo de lembrete, o n8n usou um gatilho de tempo para buscar no banco todos os agendamentos pendentes e disparar os e-mails de aviso, mostrando-se muito eficiente em seguir o caminho lógico definido na metodologia.

O **Make.com** apresentou uma solução visualmente diferente, substituindo os nós de condições por *Routers* com filtros aplicados diretamente nos caminhos. No agendamento, o roteador permitiu criar três direções claras: uma para quando não havia vagas (enviando o e-mail de falha), outra para o sucesso do registro e uma terceira voltada para o tratamento de erros ou duplicidade. A conexão com o PostgreSQL foi bastante direta, permitindo atualizar o banco logo após o envio do e-mail de confirmação. A ferramenta mostrou grande flexibilidade ao permitir que regras complexas fossem configuradas através de filtros visuais entre os módulos, sem complicar o desenho do processo.

Por fim, o **Zapier** apresentou o desafio de uma estrutura visual estritamente vertical e linear, o que altera a forma de construir a lógica. Para criar as ramificações de decisão no primeiro fluxo, foi obrigatório o uso do módulo *Paths*, que organiza a lógica em caminhos isolados (Caminho A, B, etc.). No segundo fluxo, o Zapier exigiu a adição de um nó de *loop* (*Looping by Zapier*) para conseguir iterar sobre os 20 registros vindos do Postgres e enviar os lembretes individualmente, algo que as outras ferramentas fazem de forma mais nativa. Outro ponto relevante é que a execução deste processo só foi possível graças ao período de teste de 14 dias do plano *Professional*, uma vez que o uso de Webhooks e a conexão com o PostgreSQL são recursos bloqueados na versão gratuita da plataforma.

5.2.2 *Qualidade e Clareza dos Recursos de Monitoramento*

O monitoramento de atividades de negócio (*BAM - Business Activity Monitoring*) é um componente essencial para a melhoria contínua e para a garantia da saúde dos processos automatizados. Este critério avalia a clareza com que as plataformas apresentam o que aconteceu

em cada execução do fluxo de agendamento, permitindo identificar se as consultas ao PostgreSQL foram realizadas e se os e-mails via Gmail foram entregues com sucesso.

No **n8n**, o monitoramento é feito através de um histórico de execuções robusto, porém com um foco maior no desenvolvedor técnico, demonstrado na Figura 10. A plataforma lista cada execução individualmente e permite visualizar o JSON bruto que entra e sai de cada nó. Embora seja uma ferramenta excelente para depuração profunda e correção de erros lógicos, ela pode ser menos intuitiva para um usuário de negócios que não esteja familiarizado com estruturas de dados. Um diferencial importante é que, na versão auto-hospedada, todos os logs de monitoramento permanecem na infraestrutura própria da empresa, o que facilita a conformidade com leis de proteção de dados.

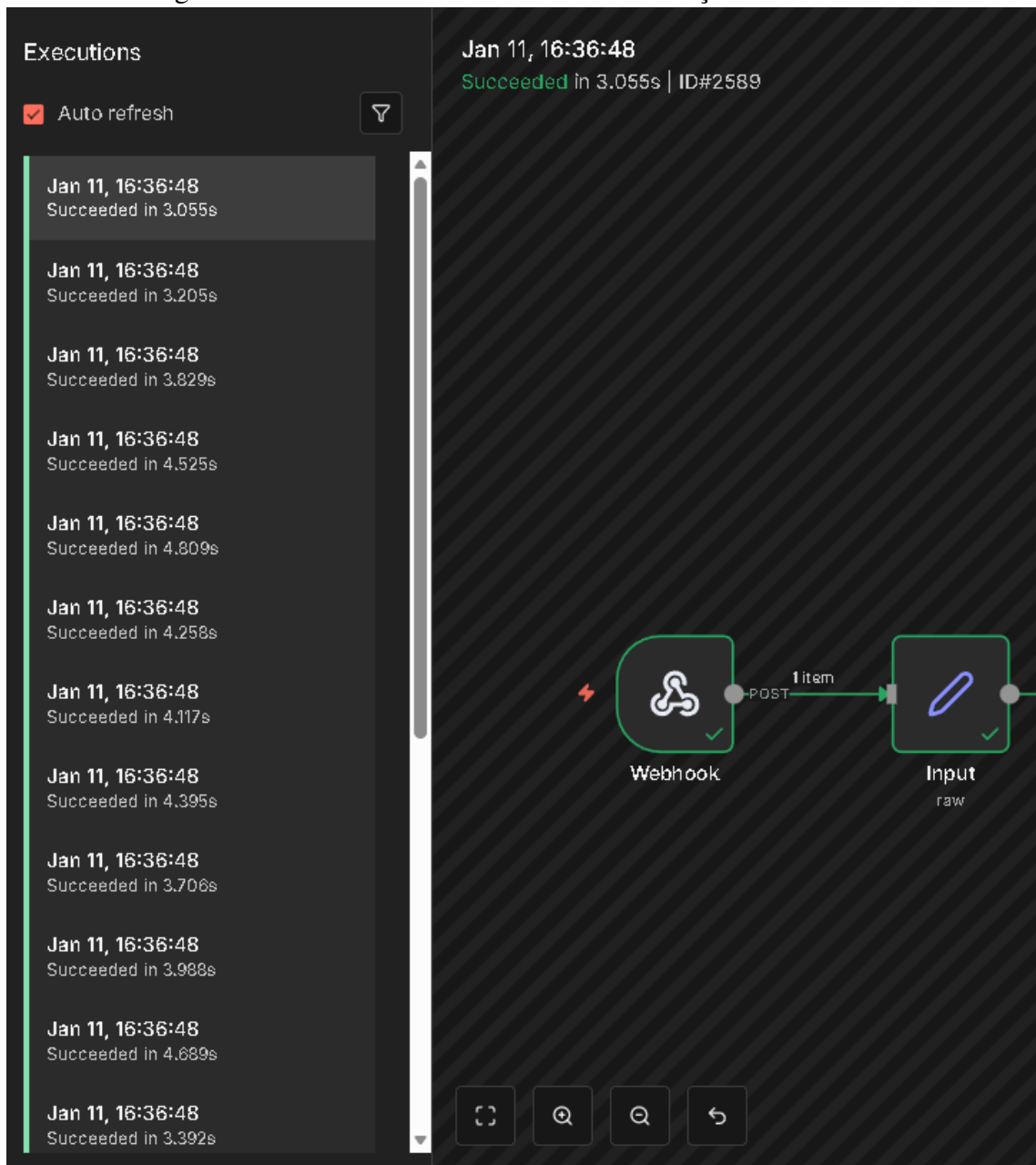
O **Make.com** destaca-se pela clareza visual de suas ferramentas de monitoramento. Através de "bolhas" de execução que aparecem sobre as conexões entre os módulos, é possível ver exatamente o caminho que a informação percorreu e quantos registros foram processados em cada etapa. Ao clicar nesses indicadores, a plataforma exibe os dados de entrada e saída de forma organizada, o que facilita muito a identificação de onde um filtro de roteador pode ter barrado um agendamento, notável na Figura 11. Essa transparência visual reduz o tempo necessário para reparos e permite que profissionais não-técnicos consigam auditar o processo de forma independente.

Por fim, o **Zapier** oferece o recurso *Zap History*, que foca na simplicidade do acompanhamento, conforme evidenciado na Figura 12. Ele é eficiente para mostrar rapidamente se uma tarefa foi concluída ou se falhou, funcionando bem para monitorar se os lembretes de aula foram disparados conforme o cronograma. No entanto, em situações de erros complexos como por exemplo uma falha na consulta customizada do PostgreSQL o Zapier tende a ocultar detalhes técnicos, o que pode exigir que o usuário realize testes manuais externos para entender o motivo da interrupção. Dessa forma, a ferramenta mantém sua filosofia de facilidade de uso, sacrificando parte da granularidade técnica que é encontrada nos concorrentes.

5.2.3 Resiliência e Tratamento de Erros

A resiliência é definida como a capacidade de um sistema manter sua operação ou falhar de forma controlada diante de exceções inesperadas. O teste de estresse realizado consistiu em submeter agendamentos duplicados para violar propositalmente a regra de *UNIQUE CONSTRAINT* no banco de dados PostgreSQL, permitindo observar como cada plataforma reage

Figura 10 – Painel de Monitoramento de Execuções no n8n



Fonte: Elaborado pelo Autor

a uma falha crítica de integração.

O **Make.com** demonstrou uma das implementações mais intuitivas para este critério. Através do uso de *Error Handlers* visuais, foi possível configurar diretivas específicas como *Resume* (continuar com dados alternativos) ou *Ignore* (ignorar o erro e prosseguir). Essa abordagem permite que o fluxo não apenas "sobreviva" ao erro de banco de dados, mas siga um caminho alternativo para notificar o usuário final sobre a duplicidade de forma amigável, sem interromper o cenário abruptamente.

O **n8n** também apresentou uma resiliência elevada, fundamentada em sua natureza

Figura 11 – Painel de Monitoramento de Execuções no Make.com

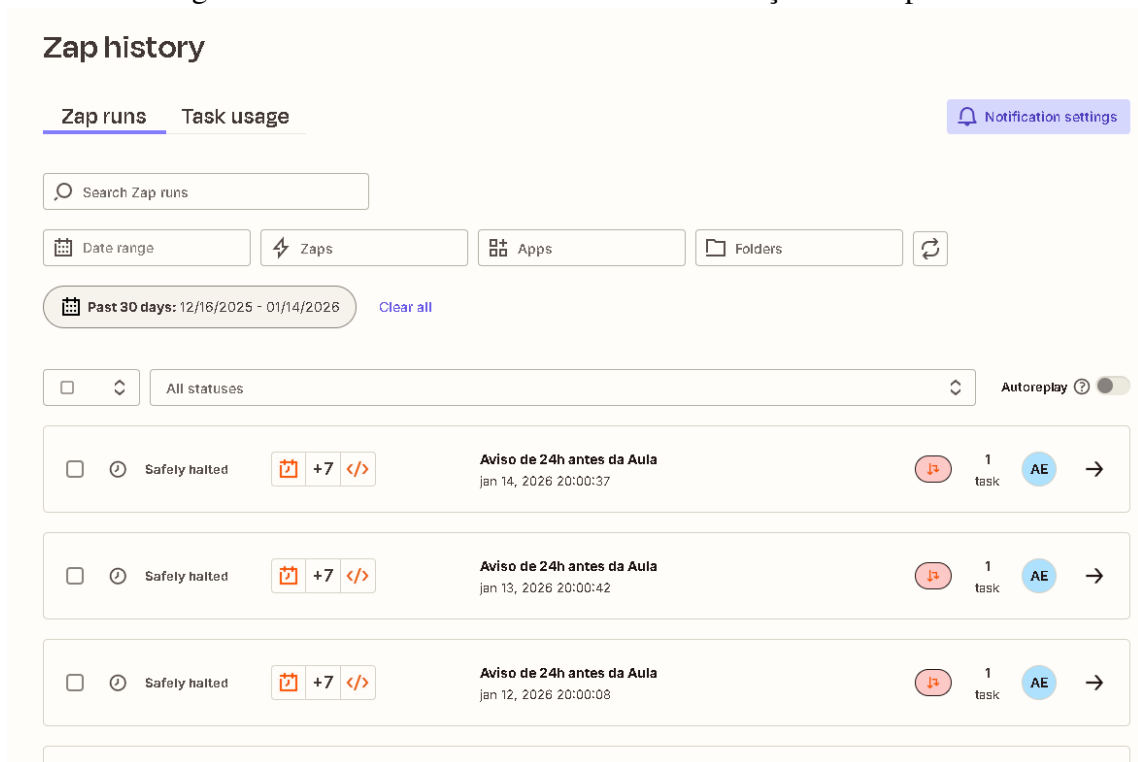


Fonte: Elaborado pelo Autor

técnica e flexível. A plataforma oferece a opção *Continue On Fail* em cada nó, além do nó global *Error Trigger*, que permite capturar falhas em qualquer ponto do fluxo e iniciar um processo de recuperação ou notificação em uma execução separada. Essa estrutura é considerada poderosa para desenvolvedores que precisam de controle total sobre a resposta do sistema, embora exija uma configuração mais manual para evitar que erros críticos passem despercebidos durante a operação.

Em relação ao **Zapier**, observou-se que ele também tem uma postura padrão que tende a ser de "falha dura" (*Hard Stop*), onde a automação é interrompida imediatamente após o erro de *constraint*. O segundo recurso, é o de **Custom Error Handling** (Tratamento de Erros Customizado). Esta funcionalidade permite adicionar um "Error Handler" a passos específicos, dividindo o Zap em dois caminhos: um de sucesso e outro de erro. Assim como o recurso de *Paths*, essa ferramenta possibilita a criação de fluxos alternativos para tratar falhas de banco de dados ou de API, conferindo maior robustez ao processo, embora sua utilização esteja vinculada

Figura 12 – Painel de Monitoramento de Execuções no Zapier



Fonte: Elaborado pelo Autor

a planos que suportem lógica condicional avançada.

Portanto, conclui-se que todas as plataformas possuem mecanismos para transformar erros técnicos em ações de negócio resilientes, diferenciando-se primariamente pela forma de configuração.

5.3 Síntese dos Resultados Comparativos

Após a análise detalhada dos critérios quantitativos e qualitativos, é possível consolidar as principais descobertas desta pesquisa para facilitar a tomada de decisão estratégica. O estudo evidenciou que cada plataforma analisada possui um perfil distinto de aplicação:

- **Viabilidade Econômica e Escalabilidade:** O n8n demonstrou ser a opção mais vantajosa para automações de alto volume devido ao seu modelo de licenciamento *fair-code* e possibilidade de *self-hosting*. Essa modalidade elimina o custo variável por tarefa, conferindo previsibilidade orçamentária mesmo com milhares de agendamentos. Em contrapartida, o Zapier apresentou barreiras financeiras significativas para fluxos complexos devido ao custo por tarefa superior e limitações rígidas no plano gratuito.
- **Desempenho Técnico:** Nos testes de latência, o n8n obteve o melhor desempenho em termos de velocidade e estabilidade, com média de 3,6 segundos. O Make.com apresentou

resultados próximos (média de 4,0s), enquanto o Zapier demonstrou latência significativamente superior (11s) e alta volatilidade em sua infraestrutura básica.

- **Ecossistema e Integrações:** O Zapier detém a liderança absoluta em quantidade de conectores, ultrapassando 8.000 aplicativos. Contudo, o Make.com e o n8n compensam o menor volume absoluto com maior profundidade técnica nas APIs e flexibilidade para extensibilidade comunitária ou personalizada.
- **Gestão Operacional e Monitoramento:** O Make.com destacou-se pela clareza visual de suas ferramentas de monitoramento através de “bolhas” de execução que facilitam a auditoria por profissionais não-técnicos. O n8n, embora robusto, possui um histórico focado no desenvolvedor, exigindo maior familiaridade com estruturas de dados JSON.

Para uma visualização rápida das análises, o Quadro 5 resume o posicionamento estratégico identificado:

Quadro 5 – Matriz de Posicionamento das Ferramentas Analisadas

Critério	n8n	Make.com	Zapier
Caso de Uso	Alto volume e fluxos técnicos complexos.	Gestão visual e controle de erros intuitivo.	Integrações rápidas e lineares.
Perfil de Usuário	Desenvolvedores e analistas técnicos.	Gestores de processos e usuários de negócio.	Usuários finais.
Vantagem	Custo fixo e controle de dados.	Transparência visual e resiliência.	Vasta biblioteca de aplicativos.
Limitação	Curva de aprendizado inicial.	Consumo de créditos em fluxos complexos.	Alto custo e rigidez estrutural.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A presente pesquisa realizou uma análise comparativa detalhada entre as plataformas *low-code* n8n, Make.com e Zapier, com o objetivo de identificar sua viabilidade como WATs para pequenas e médias empresas. Através da implementação prática do processo de "Agendamento de Aula", foi possível observar como a democratização tecnológica promovida por essas ferramentas tem o potencial de favorecer a aceleração da transformação digital, oferecendo caminhos para maior agilidade e otimização de custos, desde que a escolha da plataforma esteja alinhada às necessidades e limitações da organização.

Os resultados obtidos demonstram que não existe uma solução única superior em todos os aspectos, mas sim ferramentas adequadas a diferentes necessidades estratégicas. O **n8n** consolidou-se como a opção de melhor custo-benefício e escalabilidade técnica para empresas que possuem infraestrutura própria, permitindo execuções ilimitadas via *self-hosting* e oferecendo alta flexibilidade para lógicas complexas. O **Make.com** apresentou o melhor equilíbrio entre transparência visual e gestão operacional, destacando-se pela clareza no monitoramento e pela intuitividade no tratamento de erros, sendo ideal para gestores que buscam um controle fino do processo sem depender de código. Por outro lado, o **Zapier** confirmou sua vocação para integrações rápidas e de baixa complexidade, embora apresente barreiras financeiras e técnicas significativas para fluxos que exigem orquestração avançada e conexões com bancos de dados externos.

Considerando os objetivos específicos, todos foram plenamente atingidos. Foram estabelecidos critérios de avaliação que uniram o rigor técnico da latência e densidade visual com a percepção qualitativa de resiliência e suporte. A comparação evidenciou que, embora o Zapier detenha o maior número de integrações, a profundidade técnica do n8n e do Make.com os torna mais resilientes conforme preconizado pelas boas práticas da (ABPMP, 2021).

Como limitações deste estudo, destaca-se que os testes foram realizados em um cenário de carga controlada (20 instâncias), e o uso do Zapier ficou restrito ao período de teste do plano *Professional*. Além disso, a comparação direta entre uma instância local controlada e serviços SaaS introduz um viés metodológico, visto que o desempenho das plataformas em nuvem está sujeito a variações de infraestrutura externa e tráfego de rede, diferentemente do ambiente estável do servidor dedicado utilizado para o n8n.

Para trabalhos futuros, além da elaboração de processos mais complexos e do aumento na amostragem de execuções, sugere-se a realização de um estudo comparativo que

inclua o n8n Cloud (a versão SaaS oficial da plataforma). Essa abordagem permitiria isolar a variável 'infraestrutura', comparando o n8n em um ambiente de nuvem sob as mesmas condições de modelo de serviço. Tal análise seria fundamental para determinar se as vantagens de latência observadas nesta pesquisa decorrem da arquitetura do software n8n ou do setup de hardware utilizado na VPS controlada. Outra possibilidade devido a alta crescente da Inteligência Artificial é a integração de agentes de I.A ligados a processos para a análise de desempenho em cenários de alta concorrência com milhares de requisições simultâneas. Em suma, as plataformas *low-code* deixaram de ser apenas utilitários de automação para se tornarem peças centrais na arquitetura de processos de negócios modernos.

REFERÊNCIAS

- ABDOU, M.; EZZ, A. M.; FARAG, I. Digital automation platforms comparative study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES - (ICICT), 4., 2021, Kahului, The United States. **Proceedings [...]**. Kahului: IEEE, 2021. p. 279–286.
- ABPMP. **BPM CBOK®**: Abpmp international common body of knowledge. 2021. Disponível em: https://www.abpmp.org/page/guide_BPM_CBOK. Acesso em: 21 out. 2025.
- BASTOS, J. d. S. Análise comparativa entre o Iris low-code certidão e outras plataformas low-code. **Universidade Federal do Ceará**, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/73961>. Acesso em: 19 set. 2025.
- BIKKA, S. P. Workflow Automation Engines: Driving innovation in cloud-native and ai-enhanced business processes. **International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology**, v. 11, n. 1, p. 282–289, 2025. Disponível em: <https://ijsrceit.com/index.php/home/article/view/CSEIT25111227>. Acesso em: 14 jan. 2026.
- BROCKE, J. v.; ZELT, S.; SCHMIEDEL, T. On the role of context in business process management. **International Journal of Information Management**, v. 36, n. 3, p. 486–495, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401215000985>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- BUCAIONI, A.; CICCETTI, A.; CICOZZI, F. Modelling in low-code development: a multi-vocal systematic review. **Softw Syst Model**, v. 21, n. 5, p. 1959–1981, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10270-021-00964-0>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- CAMPOS, R. D.; MORA, M.; REYES-DELGADO, P. Y.; MUÑOZ-ARTEAGA, J.; LÓPEZ-TORRES, G. C. The landscape of rigorous and agile software development life cycles (sdlds) for bpm: A systematic selective literature review. **IEEE Access**, v. 12, p. 57519–57547, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10494727>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- DMITRIEVNA, E. P. Y. **Make vs Zapier**: And why n8n is the best alternative. 2024. Disponível em: <https://blog.n8n.io/make-vs-zapier/>. Acesso em: 29 out. 2025.
- DUMAS, M.; ROSA, M. L.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. Introduction to Business Process Management. In: DUMAS, M.; ROSA, M. L.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. (Ed.). **Fundamentals of Business Process Management**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2018. p. 1–33. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4_1. Acesso em: 29 jul. 2025.
- JESTON, J.; NELIS, J. **Business Process Management**: Practical guidelines to successful implementations. [S. l.]: Elsevier, 2006. 36 p.
- KRAUS, S.; DURST, S.; FERREIRA, J. J.; VEIGA, P.; KAILER, N.; WEINMANN, A. Digital transformation in business and management research: An overview of the current status quo. **International Journal of Information Management**, v. 63, p. 102466, abr. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401221001596>. Acesso em: 29 jul. 2025.

Käss, S.; STRAHRINGER, S.; WESTNER, M. Practitioners' Perceptions on the Adoption of Low Code Development Platforms. **IEEE Access**, v. 11, p. 29009–29034, 2023. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10075454>. Acesso em: 15 out. 2025.

LUZ, M. P. **Assinaturas digitais em aplicações low-code com recurso a fluxos de trabalho**. 23–27 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021. Accepted: 2021-08-30T14:55:46Z. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/49357>. Acesso em: 29 jul. 2025.

MICROSOFT. **93% das PMEs brasileiras aceleraram seu processo de transformação digital desde o início da pandemia, segundo estudo**: Microsoft news center brasil. 2022. Disponível em: <https://news.microsoft.com/pt-br/93-das-pmes-brasileiras-aceleraram-seu-processo-de-transformacao-digital-desde-o-inicio-da-pandemia-segundo-estudo/>. Acesso em: 05 out. 2025.

N8N.IO: Ai workflow automation tool. 2025. Disponível em: <https://n8n.io/>. Acesso em: 15 out. 2025.

PAWAR, N.; DESHPANDE, S.; HAJARE, A.; WAGH, S.; WAKODE, S.; THORAT, A.; DULANGE, V. Workflow engines for task automation: Taxonomy and analysis. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGING TRENDS IN INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES (ICETI4T), 2025, Navi Mumbai, Índia. **Proceedings...** Navi Mumbai: IEEE, 2025. p. 1–6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11132233>. Acesso em: 14 jan. 2026.

SAHAY, A.; RUSCIO, D. D.; IOVINO, L.; PIERANTONIO, A. Analyzing business process management capabilities of low-code development platforms. **Software: Practice and Experience**, v. 53, n. 4, p. 1036–1060, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/spe.3177>. Acesso em: 03 abr. 2025.

SANCHIS, R.; GARCÍA-PERALES, ; FRAILE, F.; POLER, R. Low-Code as Enabler of Digital Transformation in Manufacturing Industry. **Applied Sciences**, v. 10, n. 1, p. 12, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/1/12>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SANTOS, R. F.; AGANETTE, E. Plataformas de Desenvolvimento Low-Codena Transformação Digital e no Gerenciamento de Processos de Negócios. **Fórum de Pesquisas Discentes do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento (FORPED PPGGOC)**, v. 4, n. 4, p. 1–13, ago. 2023. Number: 4. Disponível em: <https://forped.eci.ufmg.br/revista/forped/article/view/100>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SHRIDHAR, S. Analysis of Low Code-No Code Development Platforms in comparison with Traditional Development Methodologies. **International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology**, v. 9, n. 12, p. 508–513, dez. 2021. Disponível em: <https://www.ijraset.com/best-journal/low-codeno-code-development-platforms-in-compariso-n-with-traditional-development-methodologies>. Acesso em: 30 jul. 2025.

SILVA, J. L. B. d. Uma análise do desenvolvimento das linguagens low code e suas perspectivas de introdução e contribuição no âmbito educacional. **Universidade Federal da Paraíba**, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/31604>. Acesso em: 03 set. 2025.

SIQUEIRA, V. C. A. ANÁLISE COMPARATIVA DE FERRAMENTAS LOW-CODE PARA DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE. **Universidade Federal do Ceará**, 2024. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/78836>. Acesso em: 18 set. 2025.

TISI, M.; MOTTU, J.-M.; KOLOVOS, D. S.; LARA, J. de; GUERRA, E. M.; RUSCIO, D. D.; PIERANTONIO, A.; WIMMER, M. Lowcomote: Training the next generation of experts in scalable low-code engineering platforms. In: (STAF 2019), 1., 2019, Eindhoven, Netherlands. **Proceedings...** Eindhoven: CEUR-WS.org, 2019. p. 2–5. Disponível em: <https://hal.science/hal-02363416>. Acesso em: 14 ago. 2025.

TUYISHIME, A.; BASCIANI, F.; IOVINO, L.; IZQUIERDO, J. L. C.; CABOT, J.; PIERANTONIO, A. Bridging Workflow Automation Tools and EMF Modeling Ecosystems. In: ACM/IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODEL DRIVEN ENGINEERING LANGUAGES AND SYSTEMS COMPANION (MODELS-C), 26., 2023, Västerås, Suécia. **Proceedings...** Västerås: ACM/IEEE, 2023. p. 893–897. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10350763>. Acesso em: 16 out. 2025.

WASZKOWSKI, R. Low-code platform for automating business processes in manufacturing. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 10, p. 376–381, jan. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319309152>. Acesso em: 30 jul. 2025.